

**BỘ SÁCH CHUYÊN KHẢO
ỨNG DỤNG VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ CAO**

NGUYỄN VĂN KHÔI

KEO DÁN

HÓA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HÀ NỘI - 2006

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

**BỘ SÁCH CHUYÊN KHẢO
ỨNG DỤNG VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ CAO**

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

**BỘ SÁCH CHUYÊN KHẢO
HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP**

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

GS-TSKH Đặng Vũ Minh

PHÓ CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG:

GS-TSKH Nguyễn Khoa Sơn

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PGS-TSKH Nguyễn Tác An

PGS-TSKH Nguyễn Văn Cư

GS-TSKH Vũ Quang Côn

TS Mai Hà

GS-VS Nguyễn Văn Hiệu

GS-TSKH Hà Huy Khoái

GS-TSKH Đặng Vũ Minh

GS-TSKH Nguyễn Xuân Phúc

GS-TS Bùi Công Quế

GS-TSKH Nguyễn Khoa Sơn

GS-TSKH Trần Văn Sung

PGS-TS Phạm Huy Tiến

GS-TS Trần Mạnh Tuấn

GS-TSKH Nguyễn Ái Việt

Lời giới thiệu

Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam là cơ quan nghiên cứu khoa học tự nhiên và công nghệ đa ngành lớn nhất cả nước, có thế mạnh trong nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu và phát triển công nghệ, điều tra tài nguyên thiên nhiên và môi trường Việt Nam. Viện tập trung một đội ngũ cán bộ nghiên cứu có trình độ cao, cơ sở vật chất kỹ thuật hiện đại đáp ứng các yêu cầu về nghiên cứu và thực nghiệm của nhiều ngành khoa học tự nhiên và công nghệ.

Trong suốt 30 năm xây dựng và phát triển, nhiều công trình và kết quả nghiên cứu có giá trị của Viện đã ra đời phục vụ đắc lực cho sự nghiệp xây dựng và bảo vệ tổ quốc. Để tổng hợp và giới thiệu có hệ thống, ở trình độ cao, các công trình và kết quả nghiên cứu tới bạn đọc trong nước và quốc tế, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam quyết định xuất bản bộ sách chuyên khảo. Bộ sách tập trung Vào ba lĩnh vực sau:

- *Nghiên cứu cơ bản;*
- *Phát triển và ứng dụng công nghệ cao;*
- *Tài nguyên thiên nhiên và môi trường Việt Nam.*

Tác giả của các chuyên khảo là những nhà khoa học đầu ngành của Viện hoặc các cộng tác viên đã từng hợp tác nghiên cứu.

Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam xin trân trọng giới thiệu tới các quý độc giả bộ sách này và hy vọng bộ sách chuyên khảo sẽ là tài liệu tham khảo bổ ích, có giá trị phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học, ứng dụng công nghệ, đào tạo đại học và sau đại học.

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

NGUYỄN VĂN KHÔI

KEO DÁN
HÓA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Mục lục

Lời nói đầu.....	0
Chương I. Keo dán trên cơ sở protein.....	3
1.1. Keo dán nguồn gốc động vật.....	3
1.1.1. Thành phần hóa học.....	3
1.1.2. Phân loại.....	4
1.1.2.1. Keo da.....	4
1.1.2.2. Keo xương.....	5
1.1.3. Tính chất.....	5
1.1.4. Chuẩn bị dung dịch keo dán.....	6
1.1.5. Keo dán gốc động vật dạng lỏng.....	7
1.1.6. Keo dạng mềm dẻo.....	7
1.2. Keo từ cá.....	8
1.2.1. Tính chất vật lý.....	8
1.2.2. Tính tương hợp với keo dán khác.....	9
1.3. Keo casein.....	9
1.3.1. Sản xuất casein.....	9
1.3.2. Thành phần của casein.....	10
1.3.3. Hóa học của casein.....	10
1.3.4. Phân loại keo casein.....	11
1.3.4.1. Keo casein chịu nước chứa canxihydroxyt.....	11
1.3.4.2. Natri silicat dạng NaX trong keo chứa canxi hydroxyt... ..	11
1.3.4.3. Keo dán casein không có canxi hydroxyt.....	11
1.3.4.4. Hỗn hợp keo casein.....	12
1.3.5. Độ nhớt đặc trưng và các tính chất lưu biến của keo casein... ..	12
1.3.6. Phụ gia cho keo casein.....	13
1.3.7. Biến tính keo dán khác bằng casein.....	14
1.3.8. Các phương pháp phân tích keo casein.....	14
1.4. Keo dán từ đậu tương.....	15
1.4.1. Thành phần đậu tương.....	15

1.4.2. Thành phần keo trên cơ sở bột đậu tương.....	15
1.4.3. Ứng dụng	18
1.5. Keo từ máu.....	18
1.5.1. Thành phần, tính chất và công thức	18
1.5.2. Biến tính keo máu.....	18
1.5.2.1. Sự kết hợp máu - bột đậu tương.....	21
1.5.2.2. Sự kết hợp máu -protein khác	21
Chương II. Keo dán trên cơ sở Polysacarit.....	23
2.1. Tinh bột và dẫn xuất.....	23
2.2. Xenlulo.....	24
Chương III. Keo dán trên cơ sở cao su.....	27
3.1. Giới thiệu về keo dán trên cơ sở cao su	27
3.1.1. Ứng dụng	29
3.1.2. Các phương pháp kiểm tra	35
3.2. Keo dán cao su tự nhiên và tái sinh.....	36
3.2.1. Tính chất đặc trưng	36
3.2.2. Phân loại.....	37
3.2.3. Dung môi	37
3.3. Cao su butyl và isobutylene	44
3.4. Keo dán trên cơ sở cao su nitrin.....	48
3.4.1. Ứng dụng	49
3.4.1.1. Tổng hợp và tính chất của cao su nitrin	49
3.4.1.2. Keo dán cao su nitrin	50
3.4.2. Sử dụng keo dán cao su nitrin.....	53
3.5. Keo dán cao su styren- butadien	61
3.5.1. Tổng hợp và tính chất của SBR	61
3.5.2. Công thức đặc trưng và ứng dụng của keo dán SBR	62
3.6. Keo dán elastome cacboxylic.....	65
3.6.1. Tổng hợp và tính chất của các elastome cacboxylic.....	65
3.6.2. Các elastome cacboxylic cho keo dán kim loại - cao su....	66
3.6.3. Các elastome cacboxylic cho keo dán kim loại - kim loại. 67	
3.6.4. Các elastome cacboxylic như tác nhân liên kết cho bề mặt	

không kim loại	69
3.6.5. Các elastome cacboxylic khác	70
3.7. Keo dán neopren	71
3.7.1. Các loại keo dán neopren	74
3.7.2. Dung môi được sử dụng trong keo dán neopren	75
3.7.3. Độ tan của neopren	76
3.7.4. Trộn hợp neopren cho keo dán	77
3.7.4.1. Hợp phần cơ bản	77
3.7.4.2. Chất độn	78
3.7.4.3. Nhựa	79
3.7.4.4. Tác nhân đóng rắn	83
3.7.5. Tính chất của keo dán neopren	85
3.7.5.1. Khả năng duy trì độ dính	85
3.7.5.2. Độ bám dính của neopren với các vật liệu khác nhau	87
3.7.5.3. Độ bền của màng neopren khô	88
3.7.5.4. Điều chỉnh độ nhớt của keo dán neopren	89
3.7.6. Ảnh hưởng của các vật liệu chứa tới keo dán neopren	90
3.8. Các chất hàn gắn và keo dán trên cơ sở polysulfua	91
3.8.1. Chất hàn gắn polysulfua	91
3.8.1.1. Hóa học chung	91
3.8.1.2. Hợp phần	92
3.8.2. Keo dán từ phản ứng polysulfua lỏng với nhựa epoxy	94
3.8.2.1. Hóa học chung	94
3.9. Keo dán silicon và hỗn hợp	95
3.9.1. Silicon	96
3.9.1.1. Các polyme silicon	96
3.9.1.2. Keo dán trên cơ sở silicon	99
3.9.1.3. Băng dính silicon nhạy áp	100
3.9.2. Keo dán hỗn hợp	100
Chương IV. Keo dán trên cơ sở nhựa nhiệt rắn	105
4.1. Keo dán nhựa phenolic	105
4.1.1. Tính chất hóa học của nhựa	105

4.1.2. Kỹ thuật sử dụng.....	105
4.1.3. Độ bền.....	106
4.2. Keo dán nhựa resorcinol ($C_6H_6(OH)_2$).....	107
4.2.1. Sử dụng keo dán nhựa resorcinol - fomandehyt.....	107
4.2.2. Tính chất hóa học của nhựa	108
4.2.3. Xử lý bề mặt.....	109
4.3. Keo dán trên cơ sở nhựa amino.....	110
4.3.1. Hóa học nhựa amino	110
4.3.1.1. Nhựa ure	111
4.3.1.2. Nhựa ứng dụng cho keo dán	111
4.3.1.3. Nhựa melamin.....	112
4.3.1.4. Sản xuất các keo dán nhựa amino đặc biệt	113
4.4. Keo dán trên cơ sở nhựa Epoxy	114
4.4.1. Các nhựa trung gian.....	115
4.4.1.1. Nhựa dẫn xuất từ epichlorhydrin (“epi”)	116
4.4.1.2. Nhựa được tổng hợp nhờ peoxi hóa.....	117
4.4.2. Tác nhân đóng rắn.....	118
4.4.3. Độ dẻo.....	120
4.4.4. Chất dẻo.....	120
4.4.5. Công thức.....	121
4.4.5.1. Keo dán bền, dùng cho mục đích chung.....	121
4.4.5.2. Keo dán nhiệt độ cao	121
4.5. Keo dán trên cơ sở isoxyanat	122
4.6. Keo dán polyurethan (PU)	125
4.6.1. Vật liệu thô cho keo dán	125
4.6.2. Hóa học urethan	127
4.6.3. Các loại keo dán thông thường	128
4.6.3.1. Keo dán một thành phần	128
4.6.3.2. Keo dán hai thành phần	130
4.6.4. Ứng dụng	130
4.7. Nhựa polyeste không no.....	132
4.7.1. Tính chất hóa học.....	132

4.7.2. Ứng dụng của polyeste không no.....	133
Chương V. Keo dán trên cơ sở Vinyl Polyme.....	135
5.1. Giới thiệu vinyl polyme	135
5.2. Keo dán trên cơ sở polyvinyl axetat và các polyme liên quan.....	137
5.2.1. Polyvinyl axetat và các copolyme.....	137
5.2.2. Polyvinyl ancol	143
5.2.2.1. Tổng hợp và tính chất	143
5.2.3. Các công thức keo dán	144
5.3. Các keo dán polyvinyl axetal	146
5.3.1. Hóa học	146
5.3.2. Tính chất vật lý của nhựa polyvinyl axetal	148
5.3.2.1. Độ tan.....	149
5.3.2.2. Độ nhớt	149
5.3.3. Phân tán nước của polyvinyl butyral	150
5.3.4. Keo dán cấu trúc	150
5.3.5. Keo dán không dung môi.....	152
5. 4. Các keo dán Polyvinyl ete.....	154
5. 4. 1. Tổng hợp các polyvinyl ete.....	154
5.4.1.1. Điều chế vinyl ete	154
5.4.1.2. Trùng hợp vinyl ete.....	154
5.4.1.3. Đồng trùng hợp vinyl ete	155
5.4.2. Tính chất của các polyvinyl ete.....	155
5.4.3. Ứng dụng của keo dán polyvinyl ete	158
5.4.3.1. Keo dán hoạt hóa âm	158
5.4.3.2. Các keo dán lớp mỏng	159
5.4.3.3. Keo dán nhạy áp	159
5.4.3.4. Keo dán nóng chảy	160
5.4.3.5. Keo dán kiểu nhũ tương.....	160
5.4.3.6. Lớp phủ bề mặt	161
5.5. Keo dán xyanoacrylat.....	161
5.5.1. Giới thiệu	161
5.5.2. Hóa lý của hệ	162

5.5.3. Ứng dụng của keo dán	167
5.5.3.1. Chuẩn bị bề mặt dán	167
5.5.3.2. Sự hình thành liên kết	167
5.5.3.3. Đông rắn keo dán	167
5.5.4. Tính chất của liên kết	168
5.5.4.1. Độ bền liên kết	168
5.5.4.2. Độ bền nhiệt	169
5.5.4.3. Độ bền hóa chất và dung môi	170
5.5.4.4. Độ bền thời tiết	170
5.5.5. Keo dán xyanoacrylat đông rắn quang	171
5.6. Keo dán trên cơ sở polyamit	173
5.6.1. Keo dán hàn gắn nhiệt	173
5.6.1.1. Các loại nhựa	173
5.6.1.2. Keo dán nóng chảy	174
5.6.1.3. Công thức	174
5.6.2. Các keo dán cấu trúc nhiệt rắn	176
Chương VI. Keo dán vô cơ và xi măng	179
6.1. Keo dán vô cơ và xi măng	179
6.1.1. Silicat tan	180
6.1.1.1. Tính chất	180
6.1.1.2. Hỗn hợp dị thể có silicat tan	186
6.1.1.3. Xi măng ceramic	187
6.1.1.4. Xi măng chịu hóa chất	189
6.1.2. Xi măng đông cứng trong nước	189
6.1.2.1. Xi măng Pooclang	190
6.1.2.2. Xi măng vôi	190
6.1.2.3. Xi măng thạch cao	191
6.1.2.4. Xi măng chứa nhôm oxit cao	192
6.1.3. Xi măng hỗn hợp	192
6.1.3.1. Xi măng bột kim loại	192
6.1.3.2. Xi măng chì oxit	192
6.1.3.3. Xi măng lưu huỳnh	193

6.1.3.4. Các xi măng ôxít, nitrit...	193
6.2. Gốm và các keo dán nhiệt độ cao khác	194
6.2.1. Các chất hữu cơ	194
6.2.2. Các vật liệu nửa hữu cơ và vô cơ	194
6.2.3. Gốm	195
Chương VII. Các loại keo dán	201
7.1. Keo dán nước	201
7.2. Keo dán dung môi	204
7.3. Keo dán nóng chảy	208
7.3.1. Giới thiệu	208
7.3.2. Tại sao keo dán nóng chảy lại được sử dụng	209
7.3.3. Hợp phần keo dán nóng chảy	209
7.3.4. Kỹ thuật dán	210
7.3.5. Ứng dụng keo dán nóng chảy	210
7.3.6. Keo dán nóng chảy polyamit	211
7.4. Keo dán bức xạ UV	214
7.4.1. Keo dán nhạy áp (PSA) đóng rắn UV	214
7.4.2. Acrylic hiệu khí	214
7.4.2.1. Ưu điểm của acrylic hiệu khí đóng rắn UV	215
7.4.2.2. Đóng rắn quang và cơ chế	215
7.4.2.3. Các kiểu dán	215
7.4.3. Các đặc điểm polyme	216
7.4.4. Thành phần bổ sung sử dụng để lập công thức PSA	217
7.4.5. Nhựa dán và phụ gia	218
7.4.6. Kỹ thuật chuẩn bị, ứng dụng và đóng rắn	218
7.5. So sánh và tính chất	219
Chương VIII. Kỹ thuật dán	223
8.1. Phương pháp chuẩn bị bề mặt dán thông thường	223
8.1.1. Chuẩn bị bề mặt kim loại	223
8.1.2. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho các chất nền là nhựa	231
8.1.3. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho chất nền elastome	235
8.1.4. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho các chất nền khác nhau	237

8.2. Sử dụng keo dán một thành phần	238
8.2.1. Dán liên tục	239
8.2.1.1. Bề mặt dán	239
8.2.1.2. Thiết bị sấy	239
8.2.1.3. Ứng dụng cho các sản phẩm	239
8.2.2. Các thiết bị loại keo dư	240
8.2.2.1. Thiết bị dạng dao	240
8.2.2.2. Thiết bị phun	243
8.2.3. Các thiết bị phủ keo	243
8.2.3.1. Thiết bị dạng trục lăn	243
8.2.3.2. Thiết bị ép dùn	246
8.3. Các keo dán nhiều thành phần	247
8.3.1. Chế tạo keo dán	247
8.3.2. Thiết bị đo, trộn và phân tán	249
8.3.3. Gợi ý cho việc mua thiết bị	253
8.4. Cán dán nhiều lớp	255
8.4.1. Cán tấm mềm	255
8.4.1.1. Cán ướt	256
8.4.1.2. Cán nóng chảy	258
8.4.2. Các tấm cán cứng	259
8.4.2.1. Cán gỗ	259
8.4.3. Cán kim loại	261
8.5. Các hợp chất xam	261
8.5.1. Các loại chất gắn bit	262
8.6. Keo dán hoạt hóa ẩm	267
8.6.1. Vật liệu và phương pháp	267
8.6.2. Keo dán nhãn mác	268
8.6.3. Nền băng dính	272
8.6.3.1. Băng dính gắn bit	273
8.6.3.2. Các băng dính cho hộp gấp nếp	274
8.6.3.3. Băng dính đóng hộp	274
8.6.3.4. Băng dính trang trí	275

8.6.3.5. Bảng dính nổi.....	275
8.6.3.6. Bảng dính đặc biệt	276
8.6.4. Kiểm soát chất lượng	276
8.6.4.1. Chất lượng của vật liệu thô.....	277
8.6.4.2. Kiểm soát quá trình sản xuất.....	279
8.7. Các loại băng dính.....	280
8.7.1. Cấu tạo	280
8.7.1.1. Lớp lót.....	280
8.7.1.2. Keo dán hoạt hóa dung môi	281
8.7.1.3. Keo dán hoạt hóa nhiệt	281
8.7.1.4. Keo dán nhạy áp	282
8.7.2. Cơ sở lý thuyết của băng dính.....	284
8.7.2.1. Khả năng làm ẩm	284
8.7.2.2. Lực kết dính	284
8.7.2.3. Độ bám dính.....	285
8.7.2.4. Kiểm tra độ bám dính	285
8.7.2.5. Kiểm tra lực giữ.....	285
8.7.2.6. Kiểm tra khả năng bám dính nhanh	285
8.7.3. Ứng dụng	286
8.8. Phủ và gắn các vật liệu mài.....	288
8.8.1. Phủ và gắn vật liệu mài	288
8.8.1.1. Các bề mặt được mài	288
8.8.1.2. Các loại vật liệu nền.....	288
8.8.1.3. Các loại vật liệu mài	289
8.8.1.4. Các yêu cầu đối với keo dán	290
8.8.1.5. Sản xuất các vật liệu mài	292
8.8.2. Các loại keo dán sử dụng trong gắn các hạt nhám	293
8.8.2.1. Các chất gắn kết tạm thời trong vật liệu mài gắn lên gốm	294
8.8.2.2. Các keo dán hữu cơ cho vật liệu mài	294
8.8.2.3. Quá trình gắn	296
8.8.2.4. Hoàn thiện.....	298

8.9. Độ bám dính của lớp phủ.....	299
8.9.1. Thảo luận chung.....	299
8.9.1.1. Các nghiên cứu lý thuyết về tính chất vật lý và cơ học của màng.....	299
8.9.1.2. Các cơ chế gây hỏng màng.....	301
8.9.2. Nền.....	301
8.9.3. Ứng dụng.....	302
8.9.3.1. Chuẩn bị bề mặt.....	302
8.9.3.2. Vật liệu lót.....	304
8.9.4. Phương pháp kiểm tra độ bám dính và biểu diễn kết quả.....	305
8.9.5. Ảnh hưởng môi trường lên độ bám dính.....	306
8.10. Keo dán trong ngành xây dựng.....	307
8.10.1. Lớp phủ tường.....	307
8.10.1.1. Keo dán gạch men sứ.....	307
8.10.1.2. Các keo dán gạch nhựa.....	308
8.10.1.3. Keo dán gạch kim loại.....	309
8.10.1.4. Keo dán tấm cứng.....	309
8.10.1.5. Keo dán gỗ dán hay gỗ tấm.....	310
8.10.1.6. Keo dán cho tấm ốp tường thạch cao.....	311
8.10.1.7. Keo dán cho các tấm ốp tường nhựa và kim loại.....	312
8.10.1.8. Keo dán phủ tường nhựa.....	313
8.9.1.9. Keo dán cho vật liệu kết dính.....	314
8.10.2. Lớp phủ sàn.....	315
8.10.2.1. Keo dán gạch lát nền đàn hồi.....	315
8.10.2.2. Keo dán tấm dầu nhựa trùng hợp.....	315
8.10.2.3. Keo dán gạch vinyl amiăng và asphan.....	316
8.10.2.4. Keo dán gỗ sàn nhà.....	316
8.10.2.5. Keo dán gạch men lát nền.....	317
8.10.3. Keo dán cho gạch lát nền đàn hồi.....	318
8.10.3.1. Keo dán tấm nhựa trang trí.....	318
8.10.3.2. Keo dán vật liệu phủ đàn hồi.....	319
8.10.3.3. Keo dán gạch men.....	319

8.10.4. Keo dán mái nhà	319
8.10.4.1. Keo dán mái nhà không bắt cháy	319
8.10.4.2. Keo dán mái nhà có thể bắt cháy	320
8.10.5. Vật liệu trần.....	320
8.10.5.1. Keo dán gạch cách âm	320
8.10.6. Vật liệu cách ly	321
8.10.7. Tấm panel kẹp.....	322
8.11. Keo dán trong composit cách điện và nhiệt	323
8.11.1. Sự cách ly	326
8.11.1.1. Cách nhiệt	327
8.11.1.2. Cách điện	328
8.11.2. Dán vật liệu ma sát.....	333
8.12. Keo dán trong công nghiệp điện	334
8.12.1. Phân loại theo nhiệt độ.....	334
8.12.2. Tính chất	335
8.12.3. Độ bền hóa học	335
8.12.4. Bền độ ẩm	336
8.12.5. Khả năng ăn mòn hóa học.....	336
8.12.6. Bền cracking	337
8.12.7. Vật liệu lót.....	338
8.12.8. Độ bền bức xạ	338
8.12.9. Giải phóng sản phẩm khí	338
8.12.10. Yêu cầu xử lý chung	339
8.13. Keo dán trong công nghiệp sản xuất ô tô	340
8.13.1. Sử dụng keo dán đóng rắn nhiệt.....	340
8.13.1.2. Gắn các vật liệu ma sát	341
8.13.1.3. Gắn thủy tinh vào kim loại	341
8.13.1.4. Gắn các bộ phận của thiết bị	342
8.13.2. Ứng dụng của keo dán nhiệt dẻo.....	342
8.13.2.1. Keo dán cho tấm cách nhiệt	343
8.13.2.2. Keo dán mỏng cho vải	343
8.13.2.3. Keo dán mỏng cho các ứng dụng khác	344

8.13.3. Sử dụng vật liệu bít và vật liệu cách âm	344
8.14. Vải không dệt.....	345
8.14.1. Chọn sợi hay tổ hợp sợi	345
8.14.2. Chọn và trộn hợp vật liệu gắn kết	346
8.14.2.1. Hệ kết dính nhũ tương	347
8.14.2.2. Dung dịch kết dính.....	351
8.14.2.3. Gắn sợi nhựa nhiệt dẻo	352
8.14.2.4. Bột nhựa nhiệt rắn và nhiệt dẻo	352
8.14.3. Thiết bị tạo mạng	353
8.14.4. Thiết bị kết dính mạng	354
8.14.5. Thiết bị sấy	355
8.14.6. Thiết bị hoàn thiện	356
8.14.7. Kiểm tra	356
8.14.8. Ứng dụng của vải không dệt	357
Chương IX. Những yếu tố ảnh hưởng đến khả năng bám dính.....	359
9.1. Độ bền và hiệu quả của liên kết	360
9.1.1. Tải trọng cơ học và yêu cầu	360
9.1.2. Ứng suất nhiệt và ứng suất co ngót.....	361
9.1.3. Sự thấm và ăn mòn.....	361
9.2. Khả năng tạo thành liên kết keo dán	362
9.2.1. Năng lượng hút	362
9.2.2. Chuẩn bị bề mặt	363
Chương X. Các tính chất và phương pháp kiểm tra.....	365
10.1. Các Tính chất	365
10.1.1. Thời gian bảo quản	365
10.1.2. Thời gian làm việc	365
10.1.3. Vùng hoạt động.....	366
10.1.4. Tạo khối	366
10.1.5. Độ dính.....	366
10.1.6. Thấm	367
10.1.7. Tốc độ đóng rắn	367
10.2. Phương pháp kiểm tra	367

10.2.1. Độ bền	368
10.2.2. Tuổi thọ	370
10.3. Một phương pháp tiêu chuẩn để thử keo dán và chất hàn gắn ASTM	371
10.3.1. Keo dán và bám dính	371
10.3.2. Các chất hàn gắn và keo dán	379
Chương XI. Keo dán giấy và sợi	385
11.1. Dán giấy	385
11.1.1. Chế tạo giấy	385
11.1.2. Kiểm tra	387
11.1.3. Sản phẩm giấy	387
11.1.4. Keo dán	388
11.1.4.1. Keo dán trên cơ sở protein	389
11.1.4.2. Keo dán thực vật	389
11.1.4.3. Các keo dán vô cơ	390
11.1.4.4. Các keo dán nhựa tổng hợp	390
11.1.5. Dán sợi và giấy	391
Chương XII. Keo dán nhựa	395
12.1. Dán nhựa	395
12.1.1. Dán bằng dung môi	397
12.1.2. Dán bằng keo	400
12.2. Keo dán nhựa	411
12.2.1. Keo dán nhựa thuần túy	412
12.2.2. Keo dán nhựa với vật liệu khác	414
12.2.3. Keo dán cho mục đích chung	415
Chương XIII. Keo dán vải sợi và cao su	417
13.1. Keo dán lốp xe	417
13.2. Ảnh hưởng của quá trình nhúng	418
13.3. Sự bám dính của nhựa resorcinol trên bề mặt sợi	419
13.4. Đo độ bám dính	421
13.5. Keo dán cao su	422
13.5.1. Keo dán cao su thuần túy	422

13.5.2. Keo dán cao su hỗn hợp	424
13.5.3. Keo dán dùng cho mục đích chung	424
Chương XIV. Keo dán gỗ	427
14.1. Biến tính hóa học	428
14.2. Keo dán cho gỗ	429
14.2.1. Keo dán gỗ thuần túy	430
14.2.2. Keo dán gỗ hỗn hợp	431
14.2.3. Keo dán cho mục đích chung	432
14.3. Biến tính keo dán gỗ	433
Chương XV. Dán kim loại	435
15.1. Ưu điểm của keo dán kim loại	435
15.2. Keo dán chi tiết kim loại	436
15.2.1. Nhựa phenolic	436
15.2.2. Nhựa epoxy	437
15.3. Keo dán kim loại	439
15.3.1. Keo dán kim loại thuần túy	439
15.3.2. Keo dán hỗn hợp kim loại	440
15.3.3. Keo dán kim loại cho mục đích chung	441
Chương XVI. Dán thủy tinh	443
16.1. Bề mặt dán thủy tinh	443
16.2. Một số keo dán thương mại	444
16.3. Dán nhựa - thủy tinh	446
16.3.1. Tác nhân ghép nối	446
16.3.2. Sợi thủy tinh	447
16.3.3. Keo dán	447
Chương XVII. Các ứng dụng khác của keo dán	449
17.1. Keo dán bao gói	449
17.1.1. Sản xuất các tông	449
17.1.2. Dán kín	450
17.1.3. Bao gói	450
17.1.4. Dán nhãn	451
17.2. Keo dán cách điện	453

17.2.1. Bảng đính nối dây điện	454
17.2.2. Bảng đính cho thiết kế và sửa chữa thiết bị điện	455
17.2.3. Bảng đính đánh dấu mạch điện	457
Chỉ dẫn các nhà sản xuất- Thị trường -Tạp chí về keo dán	459
Bảng ký tự viết tắt	517

Mở đầu

Keo dán có thể được định nghĩa là một chất có khả năng giữ các vật liệu với nhau bằng gắn kết bề mặt. Thuật ngữ “keo dán” được coi như một khái niệm chung bao gồm các loại vật liệu khác nhau như xi măng, hồ, keo, chất nhầy. Tất cả có thể được sử dụng thay thế cho nhau, nhưng thuật ngữ “keo dán” thường được sử dụng nhiều nhất. Thuật ngữ “vật dán” thường được sử dụng để chỉ vật này được gắn với một vật khác bằng keo dán. Quá trình gắn vật cần dán này với vật khác bằng keo dán thường được gọi là tạo liên kết, mặc dù các thuật ngữ khác như gắn keo, gắn xi măng thường được sử dụng trong một số ngành công nghiệp. Tổ hợp cuối cùng của hai vật dán và keo dán thường được gọi là mối liên kết hay cũng được gọi là mối nối.

Keo dán mang lại nhiều lợi ích hơn so với các vật liệu kết nối khác: (1) các màng mỏng và các hạt nhỏ không thể kết nối bằng các kỹ thuật khác, nhưng nó dễ dàng liên kết bằng keo dán; Sản phẩm điển hình của dạng này là nhãn mác, bánh mỳ, giấy nháp, vải mỳ, màng nhựa nhiệt dẻo và lá nhôm, sợi không dệt, lớp bề mặt gỗ dán, lớp trang trí bề mặt. (2) Mối nối bằng keo dán nhẹ hơn mối nối bằng phương pháp cơ học. (3) Độ bền theo hướng của các vật liệu không đẳng hướng có thể được cải thiện nhờ tạo liên kết ngang như ở gỗ dán và tạo mạng lưới không gian ở vải không dệt. (4) Lớp keo cũng hoạt động như chất cách điện trong các thiết bị điện và là một hàng rào ức chế ăn mòn khi hai kim loại khác nhau được dán với nhau. (5) Quan trọng nhất là chi phí gia công thấp. Một số phương pháp kết nối như dệt vải, khâu da, gắn đế, hàn kim loại, nối cơ học bằng đinh, tán rivet, làm chốt hoặc đóng đinh, có thể thay thế một cách kinh tế bằng dán keo.

Do đặc tính kỹ thuật và kinh tế của keo dán, nó trở thành một vật liệu đang được quan tâm nhất. Theo thống kê của tập đoàn ChemQuest thì hiện nay doanh thu trên toàn thế giới từ keo dán là trên 24 tỷ USD, trong đó Mỹ là thị trường lớn nhất, doanh thu khoảng 9,2 tỷ USD với tỷ lệ tăng trưởng 3%/năm. Châu Âu là một thị trường rất triển vọng với doanh thu 8,8 tỷ USD, tỷ lệ tăng trưởng khoảng 2,5%. Keo dán là ngành có thị trường trải rộng trên toàn cầu, Châu Á có doanh thu keo dán khoảng 1 tỷ USD, đây là vùng phát triển kinh tế mạnh đặc biệt với các ngành giấy da, ô tô, điện tử..., mức tăng hàng năm lên đến 5,5%. Trong những năm qua, kinh tế Việt Nam đã có bước phát triển vượt bậc đặc biệt là ngành giấy da, dệt, điện tử, ô tô, xe máy, do vậy nhu cầu keo dán hiện tại và tương lai sẽ tăng lên rất lớn.

Sự tăng trưởng của các loại keo khác nhau tùy thuộc điều kiện phát triển kinh tế, khoa học công nghệ trong đó luật môi trường có ảnh hưởng đáng kể đến thị phần của các loại keo dán. Có nhiều cách phân loại nhưng nói chung có thể chia keo dán thành bốn nhóm chính:

- Keo dán trên cơ sở dung môi.
- Keo dán.
- Keo dán nóng chảy.
- Keo dán xử lý bức xạ.

Keo dán trên cơ sở dung môi chiếm 9,2% tổng số, mặc dù do những qui định về bảo vệ môi trường, việc sử dụng keo dán dung môi hạn chế hơn, tuy vậy hàng năm vẫn tăng trưởng khoảng 3% do loại keo dán này có độ bám dính cao, công nghệ chế tạo và dán đơn giản.

Keo dán nước chiếm tỷ lệ cao nhất trong đó nhu cầu trong các ngành công nghiệp chiếm khoảng 59,3%. Nhựa được sử dụng để chế tạo keo dán nước tăng mạnh, khoảng 7,5% mỗi năm.

Keo dán nóng chảy có công nghệ phát triển nhanh nhất, chiếm 20% thị trường keo dán. Các sản phẩm nhựa dùng để chế tạo keo dán nóng chảy tăng 4-5%. Keo dán nóng chảy sử dụng nhiều nhất cho mục đích đóng gói tăng trung bình 6%/ năm.

Keo dán xử lý bức xạ phát triển rất mạnh do ít tốn năng lượng, chịu lực lớn, độ bền cao, tốc độ sản xuất nhanh, tuân theo các qui định về bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, tổng doanh thu hiện nay vẫn thấp hơn 1%.

Ngoài những loại keo dán trên còn có các keo dán một hoặc hai thành phần, các keo dán này chiếm thị phần khoảng 10,5%.

Như đã nêu ở trên, keo dán là một vật liệu đặc biệt liên quan đến nhiều lĩnh vực sản xuất khác nhau trong nền kinh tế quốc dân. Thật khó có thể tưởng tượng ra một sản phẩm trong nhà cũng như trong công nghiệp, giao thông hoặc bất kỳ nơi nào khác mà lại không sử dụng keo dán theo một cách thức nào đó.

Công nghệ keo dán và việc sử dụng nó là tổ hợp của nhiều ngành khoa học khác nhau như vật liệu polyme, hoá bề mặt, gia công cơ khí, để thành công chúng ta phải kết hợp các ngành khoa học này với nhau. Do vậy, tôi hy vọng rằng, cuốn sách này sẽ có ích cho những người muốn hiểu biết về keo dán và sử dụng keo dán có hiệu quả cũng như những thông tin phát sinh khi sử dụng keo dán.

Cuốn sách được chia làm ba phần chính. Phần “Vật liệu keo dán” giới thiệu về thành phần, tính chất của một số loại keo được sử dụng rộng rãi, các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu keo dán, phạm vi sử dụng các loại keo dán này.

Phần “Các dạng keo dán và công nghệ dán”: giới thiệu các dạng keo dán và công nghệ dán, tư vấn cho các nhà sản xuất mua thiết bị dán keo, bên cạnh đó cũng đưa ra các phương pháp thử và đánh giá tính chất của keo dán cũng như các tính chất của môi dán.

Phần “Các lĩnh vực ứng dụng” giới thiệu các lĩnh vực ứng dụng của keo dán giúp các nhà sử dụng lựa chọn loại keo dán thích hợp hay qui trình sử dụng.

Bên cạnh đó, cuốn sách cũng đưa ra các ví dụ cụ thể nhằm làm sáng tỏ các khái niệm cũng như cách thực hành trong công nghệ keo dán. Do tính phức tạp và rộng lớn của lĩnh vực này cũng như trình độ và kinh nghiệm có hạn, cuốn sách không thể đáp ứng đầy đủ tất cả thông tin cho người sử dụng cũng như không tránh khỏi sai sót. Tác giả rất mong nhận được sự phê bình và đóng góp ý kiến của độc giả để cuốn sách được hoàn thiện tốt hơn. Cuối cùng tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ kinh phí để chúng tôi có thể hoàn thành cuốn sách này, đặc biệt xin cảm ơn Th.S. Nguyễn Thanh Tùng, CN. Phạm Thị Thu Hà và CN. Vương Thu Quyên đã giúp đỡ sửa lỗi bản thảo. Tác giả cũng xin chân thành cảm ơn GS.TS. Ngô Duy Cường và PGS.TS. Phan Ninh đã đọc bản thảo, đóng góp ý kiến và hiệu đính cuốn sách.

Phần I

VẬT LIỆU KEO DÁN

Chương I

KEO DÁN TRÊN CƠ SỞ PROTEIN

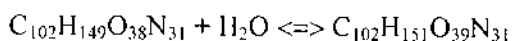
1.1. Keo dán nguồn gốc động vật

Keo dán gốc động vật là loại keo dán có nhiều tác dụng đã được thừa nhận rộng rãi trong công nghiệp. Polyme tự nhiên này là một keo hữu cơ dẫn xuất từ collagen - yếu tố cấu thành nên da động vật, mô ghép, xương già súc.

1.1.1. Thành phần hóa học

Keo dán gốc động vật là protein, được thủy phân từ collagen, một protein chính cấu tạo nên da động vật, mô ghép. Collagen, keo dán gốc động vật và gelatin có mối liên hệ rất gần với protein.

Gelatin được thủy phân từ collagen theo phương trình sau:



Có thành phần hóa học:

Cacbon	51,29 phần khối lượng (PKL)
Hydro	6,93 PKL
Oxy	24,13 PKL
Nitơ	18,19 PKL
Tổng	100,00 PKL

Cũng như protein, keo dán gốc động vật chủ yếu gồm polyamit của một số α -amino axit. Bảng 1.1 liệt kê các amino axit có mặt trong keo dán gốc động vật.

Keo dán gốc động vật là hệ đa phân tán chứa hỗn hợp các phân tử giống nhau có phân tử khối khác nhau tương đối lớn. Phân tử khối của keo dán gốc động vật thường có một giá trị trung bình nằm trong khoảng rộng từ 20.000 - 250.000.

Người ta cho rằng hầu hết các phân tử keo dán gồm các mạch polypeptit đơn, một đầu mạch gắn nhóm amino và đầu kia gắn nhóm cacboxyl. Có thể tồn tại các mạch nhánh và không loại trừ cấu trúc vòng nhưng dạng mạch thẳng là chủ yếu. Liên kết ngang giữa các mạch phân tử keo dán gồm các liên kết hydro, ion và cộng hóa trị.

Bảng 1.1. Amino axit trong keo dán gốc động vật

Amino axit	Số gốc	Đặc trưng của gốc R-	
		Tính phân cực	Đặc trưng ion
Glyxin	335,0	không phân cực	trung tính
Prolin	128,0	"	"
Alanin	113,0	"	"
Hydroxyprolin	94,5	phân cực	"
Axit glutamic	72,0	"	axit
Arginin	47,0	"	bazơ
Axit aspartic	46,5	"	axit
Serin	35,0	"	trung tính
Lysin	27,0	"	bazơ
Leucin	23,0	không phân cực	trung tính
Valin	20,0	"	"
Threonin	18,0	phân cực	"
Phenylalanin	13,0	không phân cực	"
Iso leucin	12,0	"	"
Methierin	5,0	phân cực	bazơ
Hydroxylysin	5,0	"	"
Histiclin	4,5	"	axit rất yếu
Tyrosin	1,4	phân cực yếu	

Gốc R- phân cực và ion hóa đóng vai trò tạo gel và các tính chất lưu biến đặc trưng của keo dán gốc động vật, giúp hình thành các khối kết tụ lớn thậm chí trong dung dịch loãng. Độ tan của keo dán gốc động vật trong nước là do năm amino axit chủ yếu chiếm thành phần lớn trong keo có độ tan trong nước cao.

1.1.2. Phân loại

Có hai loại keo dán gốc động vật: keo da và keo xương, là sản phẩm thủy phân collagen trong da hay mô ghép. Cả hai loại đều có nguồn gốc từ gia súc.

1.1.2.1. Keo da

Trước tiên rửa nguyên liệu gốc bằng nước rửa sau đó ủ với vôi tôi để loại bỏ protein không phải keo, trung hòa bằng axit loãng như clohydric, sunfuric, axit sunfurơ. Sau đó cần thận loại bỏ axit dư bằng cách rửa thêm với nước. Nguyên liệu sau khi xử lý được đưa vào bể hoặc nồi nấu.

Nước nóng được thêm vào và hệ thống phản ứng được gia nhiệt liên tục, nhiệt độ và thời gian được kiểm soát chặt chẽ. Dung dịch keo loãng chảy ra từ nồi nấu đến khi nguyên liệu được chiết hoàn toàn. Chất lỏng chiết keo tách ra được lọc, bay hơi tới 16- 45% keo rắn, chuyển sang thiết bị làm khô trên máy sấy liên tục từ 2 - 2,5 giờ sử dụng không khí lọc tuần hoàn.

1.1.2.2. Keo xương

Keo xương được chế tạo bằng cách rửa xương với dung dịch axit loãng sau đó ninh trong nồi áp suất bằng một loạt các thiết bị phản ứng thủy phân dưới áp suất cao. Dung dịch keo loãng dần được tách ra, loại khỏi nguyên liệu xương. Dịch lỏng keo loãng được lọc hay ly tâm nhằm loại bỏ mỡ và chất béo tự do, sau đó cho bay hơi tới hàm lượng rắn cao để làm khô.

Trong khi hầu hết các loại keo dán gốc động vật được tiêu thụ dưới dạng khô thì các keo dán gốc động vật dạng lỏng, lạnh, mềm dẻo đã được đưa ra thị trường với khối lượng ngày càng tăng bởi các nhà sản xuất keo dán chuyên dụng. Các keo dán này được tổng hợp từ keo dán gốc động vật khô và các tác nhân biến tính, sẽ được thảo luận sau.

1.1.3. Tính chất

Keo dán gốc động vật được bán trên thị trường ở dạng hạt hay dạng bột. Chúng là các vật liệu khô, cứng, không mùi, có màu từ hổ phách nhạt đến nâu. Khi giữ khô, chúng có thể được bảo quản không thời hạn mà không mất độ bền hay giá trị hoạt động. Tỷ trọng của keo dán gốc động vật khoảng 1,27 và hàm lượng ẩm 10-14% được coi là sản phẩm khô trong thương mại. Hàm lượng tro 2,55- 4% là bình thường, bao gồm chủ yếu là canxi sunfat từ keo da và canxi photphat từ keo xương. Hầu hết keo da được sản xuất dưới dạng dung dịch nước có pH tương đối trung tính, thường trong khoảng 6,5-7,4. Keo xương thường có tính axit nhẹ với giá trị pH 5,8- 6,3. Điểm đẳng điện của keo dán gốc động vật thương mại thường ở pH trong khoảng 5,6- 4,5.

Keo dán gốc động vật chỉ tan trong nước và không tan trong dầu, sáp hay các dung môi hữu cơ như cồn tuyệt đối nhưng có thể bị nhũ hóa trong các hệ nước - dầu hay hệ dầu - nước dưới các điều kiện riêng. Một trong những tính chất được quan tâm nhất của dung dịch keo dán gốc động vật là chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái keo khi làm lạnh và trở về trạng thái lỏng khi đun nóng lại. Tính chất này quan trọng trong nhiều ứng dụng của keo dán.

Các tác nhân kết tủa keo dán gốc động vật bao gồm cồn tuyệt đối, axit tannic, picric, axit photpho tungstic và dung dịch kẽm sunfat bão hòa. Sunfat nhôm, sắt, crom đều có khả năng làm đặc, đông tụ và làm tăng điểm nóng chảy của hợp chất. Focmandehit và các chất cho focmandehit được thêm vào dung dịch keo sẽ cung cấp sự thuộc da hiệu quả của màng keo. Dung dịch nhôm sunfat, natri axetat và borax được sử dụng như một chất làm gel hóa màng keo (một chất tạo lưới nhẹ cho màng keo) và các lớp phủ cung cấp sự thuộc da hiệu quả ngay lập tức mà không làm thay đổi màu theo hướng có hại. Kali dicromat được thêm vào dung dịch keo sau đó tiếp xúc với ánh sáng sẽ làm không tan protein một cách hiệu quả.

Ở nhiệt độ cao, keo động vật bị phân hủy trước tiên, giải phóng nước dạng ẩm liên kết, sau đó là sự trương, hóa than, tan rã hoàn toàn và phần còn lại là tro. Là một vật liệu vô định hình, keo dán gốc động vật ở dạng khô không có điểm nóng chảy và chịu được xử lý nhiệt mạnh. Thực tế, màng keo khô được đun nóng trên 104°C và dưới điểm than hóa sẽ bị biến chất nhưng không gây ảnh hưởng tới khả năng chịu nước.

Khi thêm nước lạnh, chúng trương tới một mức độ đáng kể và sẽ dễ dàng nhìn qua trong dung dịch đồng nhất khi đun nóng ($43-60^{\circ}\text{C}$) và khuấy nhẹ. Khi làm lạnh, các dung dịch keo sẽ lại đặc và trở nên rất dính, vượt qua trạng thái keo sẽ cung cấp một liên kết tức thời có độ bền đáng kể trong các ứng dụng keo dán.

Dung dịch keo dán động vật dễ tương hợp và thường được biến tính với các chất dẻo hóa như glycerin, sorbitol, glycol, đường, syrup, dầu sunfonat và nhũ tương của dầu, chất béo, sáp. Dưới các điều kiện được kiểm soát, chúng có thể được thêm vào cùng với keo dán khác như tinh bột, dextrin và α -protein.

Do chúng là các protein lưỡng tính dạng keo, keo dán gốc động vật có giá trị điện tích hạt keo cao và với sự biến tính phù hợp nhờ các phụ gia hóa học đơn giản sẽ cho hiệu quả cao như các chất keo tụ và keo bảo vệ, đặc biệt trong xử lý nước và nước thải công nghiệp, trong công nghiệp giấy và công nghiệp khai thác quặng uran.

1.1.4. Chuẩn bị dung dịch keo dán

Thêm trực tiếp keo khô vào nước nóng trong một máy trộn hay bể khuấy cơ học được coi là phương pháp tổng hợp nhanh nhất. Nước nóng thường được đưa tới $66-77^{\circ}\text{C}$ trước khi thêm vào keo khô. Khi keo tan nhờ nhiệt và khuấy cơ học, nhiệt độ giảm dần xuống $60-63^{\circ}\text{C}$, là khoảng tối ưu cho các tính chất hoạt động hiệu quả của keo dán gốc động vật.

Cần giữ nhiệt độ ở 60-63°C. Sau giai đoạn này quá trình tổng hợp thường mất khoảng 30- 60phút.

Một phương pháp khác là ngâm sơ bộ keo khô trong nước lạnh đến khi trương (30-45 phút) sau đó chuyển keo trương vào một bể làm nóng chảy và khuấy keo trong dung dịch. Quá trình này phù hợp cho các mẻ nhỏ. Đưa keo khô nghiền mịn vào nước nóng và khuấy ở tốc độ cao có thể thu được dung dịch keo dán ngay lập tức. Keo khô thường được đưa vào dòng xoáy của nước được tạo ra bởi một thiết bị đẩy hình cánh quạt và tốc độ được hiệu chỉnh để ngăn cản sự sục khí vào dung dịch keo.

Các thùng trộn bằng thép không gỉ và sắt mạ thường được sử dụng. Các thùng sắt và đồng cũng được dùng nhưng có thể gây ngả màu keo khi cấp nhiệt lâu.

1.1.5. Keo dán gốc động vật dạng lỏng

Thường thì các keo dán gốc động vật được cho thêm một số phụ gia nhằm làm giảm sự tạo gel. Sản phẩm tốt hơn có khoảng 35-65% chất rắn khô và độ nhớt trong khoảng 3000-5000cps ở nhiệt độ phòng. Nhiều keo lỏng có chứa đất sét hay CaCO_3 để cải thiện tính chất tạo màng keo dán với các tác nhân làm ẩm và phân tán, các chất dẻo hóa và chất biến đổi khác cũng cần thiết. Keo lỏng đông rắn nhanh hay chậm đều hiệu quả; chúng dễ dàng được áp dụng nhờ xylanh, chài, phun cơ học. Các sản phẩm này có ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực keo dán nói chung và đặc biệt trong công nghiệp đồ gia dụng, trong các tổ hợp bám dính, các tấm mỏng và lõi.

1.1.6. Keo dạng mềm dẻo

Một lượng lớn keo mềm dẻo và không vênh được sử dụng trong lĩnh vực đóng sách và đóng hộp giấy. Chúng được sản xuất từ dung dịch nóng keo dán gốc động vật nhờ thêm các tác nhân biến đổi như glycerin, sorbitol, glycol, đường đảo, xiro, dextrin, chất độn vô cơ. Các hợp chất này sẵn có và có thể lựa chọn một loạt tính chất cơ bản như độ nhớt, thời gian dính, tốc độ đông rắn, mức độ mềm dẻo hay hoạt tính không vênh, tính mềm hay tính cứng của lớp màng tạo thành. Các dung dịch keo có thể chế tạo dễ dàng từ dạng bột nhờ đun nóng chảy trong nồi nấu.

Keo mềm dẻo được chế tạo để tạo màng có tính đàn hồi và co giãn vĩnh cửu, thường được sử dụng trong việc đóng sách, sản xuất chất kết dính đàn hồi và dán vali mềm. Glycerin thường được sử dụng làm chất dẻo hóa chính hay kết hợp với sorbitol, glycol và chất tăng dính nhằm

cung cấp độ cứng và độ bền cao. Tỷ lệ chất dẻo hóa so với keo khô có thể thay đổi để tạo độ mềm dẻo từ mức độ đàn hồi vừa phải tới trạng thái cao su mềm hoàn toàn.

1.2. Keo từ cá

Keo từ cá là sản phẩm từ da cá. Nói chung, toàn bộ da cá sẽ được sản xuất keo cho dù một số tính chất có thể làm cho keo không đáp ứng được nhu cầu công nghiệp. Nhờ lựa chọn các loại da cá riêng, có thể sản xuất các sản phẩm có độ đồng nhất hợp lý, cho các tính chất tốt nhất, phù hợp với mục đích chung. Khi lựa chọn da cá, các yêu cầu sau đây là quan trọng nhất:

1. Sẵn có, nguồn cung cấp liên tục với lượng yêu cầu.
2. Loại da không có dầu, như da cá thu.
3. Da có kích thước hợp lý, loại bỏ những loại cá nhỏ.

Da cá được sát muối và làm khô rồi cất giữ nhằm ngăn ngừa sự phân hủy dưới tác động của vi sinh vật. Do vậy trước khi sử dụng cần loại bỏ muối, sau đó da được nấu trong một chất lỏng nóng, chất lỏng sau khi nấu được hút ra, chứa khoảng 5-7% keo rắn. Keo lỏng tiếp tục được bay hơi để tăng hàm lượng rắn tới mức độ mong muốn từ 40-50%. Một chất chống vi khuẩn được thêm vào keo hoàn thiện, có khả năng bảo quản ít nhất là một năm. Keo hoàn thiện sau khi trải qua một loạt phép thử điểm gel, nồng độ muối, độ nhớt, hàm lượng rắn và độ bền liên kết đã sẵn sàng để sử dụng.

- *Điểm gel*: Nhiệt độ tại đó keo bắt đầu hóa rắn.
- *Nồng độ muối*: % muối có thể được giữ lại, thường là 0,1% muối.
- *Độ nhớt*: Thử trên nhớt kế quay Brookfield ở 25°C, tính theo phút hay cps.
- *Độ bền liên kết*: Được thử trên các tấm gỗ khô, giá trị trung bình khoảng 2500psi.

1.2.1. Tính chất vật lý

Keo cá thường ở dạng lỏng, chứa 40-50% rắn, tại nồng độ đó keo có tỷ trọng từ 0,97-0,99 g/cm³. Mẫu keo cá dạng bột khô đã được điều chế, tuy nhiên nó thường không được sử dụng ở trạng thái khô. Màng keo cá khô tương đối giòn, tuy nhiên keo có thể dễ dàng dẻo hóa nhờ sử dụng glycerin để thu được màng mềm dẻo nếu cần thiết.

pH của keo cá thường trong khoảng 6,5 - 7,2 khi vận chuyển cho khách hàng, keo cá có thể được chế tạo ở dạng kiềm hay axit, tuy nhiên, các axit hoặc kiềm mạnh phân hủy protein tự nhiên khá nhanh.

Ancol và axeton có thể được thêm vào keo giúp tăng quá trình thẩm của keo vào một số bề mặt dán.

1. 2. 2. Tính tương hợp với keo dán khác

- *Keo dán gốc động vật*: Keo cá có thể thêm vào keo dán gốc động vật nóng ở trạng thái lỏng, ví dụ khi tạo thành lớp phủ cho các dải phết keo. Keo cá và keo dán gốc động vật được trộn lẫn với bất cứ tỷ lệ nào, tuy nhiên keo cá nên thêm chậm vào keo dán gốc động vật để tránh sự làm lạnh keo động vật ở dưới điểm tạo gel của nó.
- *Keo dán dextrin*: Khi biến tính bằng các tác nhân hóa học, dextrin có thể tương hợp với keo cá. Dextrin có thể thêm trực tiếp vào dung dịch keo cá và khuấy.
- *Nhũ tương polyvinyl axetat*: Một số nhũ tương axetat tương hợp với keo cá ở mức độ giới hạn.

Thêm keo cá vào nhũ tương axetat sẽ cải thiện các tính chất sau đây của nhũ tương axetat:

- Sự chảy lạnh và bền rão
- Bền nhiệt
- Dính nhanh
- Keo thấm trên giấy dán khó làm ẩm
- Bền dung môi hữu cơ
- Làm sạch thiết bị phết keo bằng nước, đặc biệt màng keo khô thường sử dụng dung môi như methyl etyl xeton.

1.3. Keo casein

1.3.1. Sản xuất casein

Casein dễ dàng thu được từ váng sữa sau khi tách kem để bán hoặc làm bơ. Là sản phẩm phụ của công nghiệp sản xuất bơ sữa, casein là đối tượng đem lại lợi ích cho nền công nghiệp nhờ nhu cầu đối với các sản phẩm của nó. Nhiều quốc gia sản xuất bơ sữa có dư thừa sữa để sản xuất casein và xuất khẩu bao gồm Argentina, New Zealand, Australia, Pháp và Ba Lan. Ở nhiều nước khác, casein được sử dụng trong các ngành công nghiệp trong nước, đôi khi để xuất khẩu như một cách bán hạ giá váng sữa. Con số sản lượng hàng năm chỉ ra rằng casein, với nhiều tính

chất hữu ích của nó, sẽ tiếp tục là một loại hàng hóa cho ngành công nghiệp keo dán trên thế giới.

Để sử dụng làm keo dán, casein được tách ra từ váng sữa nhờ axit hóa sữa tới pH khoảng 4,5, điểm đẳng điện của protein này. Sữa đông tách sau khi rửa, làm khô và nghiền thu được casein thô. Nhiều yếu tố quyết định hiệu suất và chất lượng của sản phẩm đã được xác định.

Casein thường được làm đông nhờ nuôi cấy vi khuẩn tạo axit lactic từ lactose trong sữa. Axit HCl cũng được dùng để kết tủa casein từ nước sữa. Độ tinh khiết và chất lượng casein phụ thuộc nhiều vào cấu trúc của sữa đông.

1.3.2. Thành phần của casein

Casein là một protein, do vậy nó là một sản phẩm ngưng tụ của amino axit trong đó liên kết chính trong mạch là liên kết amit, -CONH-, gọi là liên kết peptit trong protein. Quá trình thủy phân xảy ra khi casein được đưa vào môi trường kiềm ở giá trị pH lớn hơn 10, đại phân tử chứa vài trăm amino axit tách thành các chuỗi peptit có trọng lượng phân tử thấp. Một số enzym có khả năng thủy phân protein là trypsin trong dung dịch kiềm và pepsin trong dung dịch axit. Các enzym thường có mặt trong sữa và được mang theo trong casein có thể phân hủy phân tử. Trọng lượng phân tử cao hơn 300.000 của casein tạo keo dán có tính chất tốt. Sự phân hủy phân tử do thủy phân làm giảm giá trị keo dán.

Casein cũng được định nghĩa như một photpho protein có chứa khoảng 0,75% photpho dưới dạng photphat vô cơ tạo thành tro khi đốt cháy casein. Các nguyên tố khác trong tro casein là kali, natri và canxi. Tro của casein từ các nguồn khác nhau thay đổi theo quá trình tổng hợp phụ thuộc mức độ muối được loại bỏ nhờ rửa sữa đông mới kết tủa. Hàm lượng tro có thể thấp hơn 0,2-0,3% hay có thể tới 2-3%.

1.3.3. Hóa học của casein

Casein được tạo thành từ sự ngưng tụ các amino axit. Do chứa cả các nhóm bazơ và axit nên casein có tính chất lưỡng tính, nó có thể phản ứng hóa học với cả bazơ hoặc axit. Số nhóm axit tự do nhiều hơn số nhóm bazơ nên casein dễ tan trong kiềm hơn là trong axit, lý do này hầu như loại trừ ứng dụng của casein trong dung dịch kiềm. Nếu kiềm là amoniac hay amin hữu cơ dễ bay hơi, chúng bị mất đi nhiều do bay hơi trong khi ủ, thu được màng casein gần như sạch và

không tan. Natri hydroxyt được giữ lại dưới dạng natri caseinat là một muối dễ tan là cơ sở của keo dán gỗ chịu nước, canxi hydroxyt tạo thành dạng canxi caseinat không tan trong các màng keo. Tương tự, một số ion kim loại như Zn, Al và Cr tạo thành các hợp chất casein không tan, được sử dụng trong keo dán caseinat để dán giấy.

Các nhóm chức tự do trong casein có thể phản ứng với nhiều tác nhân hóa học khác nhau, một trong số đó là các andehit, đặc biệt là fomaldehyt, một tác nhân tạo liên kết ngang với casein có cấu trúc mạng lưới gel, được làm khô thành màng chịu nước. Nói chung các tác nhân phản ứng với nhóm amino như clorua và anhydrit của axit hữu cơ có tác dụng làm giảm bản chất ưa nước của liên kết casein.

1.3.4. Phân loại keo casein

1.3.4.1. Keo casein chịu nước chứa canxi hydroxyt

Keo dán đóng rắn khi chuyển từ trạng thái lỏng hay sol thành gel, có thể trở nên cứng hơn trong liên kết. Gel keo casein chịu nước là kết quả của một phản ứng hóa học chậm, dung dịch keo natri caseinat thường được chuyển hóa thành gel canxi caseinat nhờ vôi. Thường thì các hóa chất được trộn khô với casein ở dạng bột để phân tán trong nước.

Vôi được thêm vào keo casein tổng hợp khô dư so với lượng cần thiết để chuyển hóa muối natri (NaX) thành NaOH. Khi lượng vôi dư tăng, thời hạn làm việc của keo bị rút ngắn nhưng khả năng chịu nước của keo tăng. Thường sau khi tạo gel ở nhiệt độ phòng thì keo có cường lực đủ lớn, nhưng cường lực cực đại chỉ đạt được sau vài ngày.

1.3.4.2. Natri silicat dạng NaX trong keo chứa canxi hydroxyt

Natrisilicat, thường có tỷ lệ silic: kiềm từ 3 - 3,5:1, là một nguồn NaOH đặc biệt và có ích trong keo casein - vôi do tăng thời gian làm việc của keo ở tất cả các mức độ kiềm. Các công thức đặc trưng cần thêm 20-30 phần Ca(OH)_2 vào 100 phần casein ngâm trong 250 phần nước, sau đó thêm ngay 70 phần natrisilicat. Nếu quá trình thêm silicat bị chậm khoảng 1 phút sau khi thêm vôi, keo sẽ quá đặc. Sự có mặt của natri silicat làm tăng tốc độ tạo gel, keo bền nước hơn nhưng ít được sử dụng trong thương mại.

1.3.4.3. Keo dán casein không có canxi hydroxyt

Keo dán casein không có canxi hydroxyt được tạo ra nhờ hòa tan casein với muối natri của axit yếu có thể thủy phân, cung cấp một môi trường

đủ kiềm để hòa tan casein. Các muối thường được sử dụng trong 100 phần casein là: borat 10-15, natricacbonat khan 5-10, natriphosphat 15-20. Các keo dán cũng được sử dụng, trong đó, casein được hòa tan trực tiếp trong kiềm mạnh như NaOH 2,5-5 phần hay amoni hydroxit 5-10 phần. Cuối cùng các amin hữu cơ hòa tan casein và đôi khi sử dụng ankyt amin, etanolamin, morpholin như là dung môi cho keo dán casein.

1.3.4.4. Hỗn hợp keo casein

Thông thường khái niệm “keo casein trộn hợp” để chỉ sự kết hợp casein với bột đậu nành, albumin máu hay trộn cả hai với các hóa chất tạo liên kết chịu nước.

- Ngoài ra sử dụng hỗn hợp keo casein và bột đậu nành chứa 50% protein tạo keo có độ bền nước cao, giá thành hạ.

1.3.5. Độ nhớt đặc trưng và các tính chất lưu biến của keo casein

Độ nhớt ban đầu phụ thuộc cả mức vôi dư trong keo và tỷ lệ NaOH sinh ra trong casein. Khi lượng NaOH sinh ra tăng, dung dịch đạt tới độ nhớt ban đầu cao nhất ở giá trị pH khoảng 9. Keo casein để dán gỗ có giá trị pH từ 12-13, do đó chúng ở xa pH có độ nhớt cao nhất và có thể làm việc ở tỷ lệ nước so với casein tương đối thấp, từ 2,0 - 2,5:1.

Dung dịch kiềm cao của casein không đòi hỏi sự có mặt của vôi trong gel. Các dung dịch natri hydroxit của gel casein ở pH trên 12,5 qua sự tạo thành mạng lưới các chuỗi phân tử cũng bị giữ lại bởi liên kết lưu huỳnh.

Độ nhớt dung dịch casein và keo tăng nhanh theo độ đặc và giảm khi nhiệt độ tăng. Mỗi quan hệ giữa độ nhớt và pH điều chế dung dịch casein được kết hợp tốt hơn, đặc biệt với keo có chứa vôi. Sự chế tạo keo thay đổi bằng cách hòa tan casein với NaOH, sau đó thêm 15g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào casein. Giá trị độ nhớt ban đầu khi NaOH tăng như sau.

NaOH (%)	4	6	8	10	12
Độ nhớt, poise	200	90	20	6	5
pH	12,19	12,44	12,68	13,08	13,25
Thời gian gel, giờ	0,5	1	2	4	không gel

Sự tạo gel trong keo dán chứa vôi bị làm chậm do tăng tính kiềm ngược lại với sự thay đổi diễn ra khi không có mặt vôi.

- *Đo độ nhớt:* Nhớt kế quay Brookfield thường được sử dụng để xác

định độ nhớt của keo casein. Các phương pháp lựa chọn để biểu diễn độ nhớt là: (1) vòng/ phút, trong trường hợp đó giá trị đọc được càng cao thì keo càng loãng, (2) Số phút cần thiết để quay 100 vòng, trong trường hợp đó số đọc cao hơn. Phương pháp (1) được sử dụng phổ biến cho keo dán gỗ, nhưng phương pháp (2) đôi khi được sử dụng cho các keo dán casein khác.

Nhớt kế quay Brookfield biểu diễn độ nhớt theo poise hay centipoise. Nhiều kiểu nhớt kế khác có thể được sử dụng để xác định giá trị độ nhớt tương đối của dung dịch casein.

1.3.6. Phụ gia cho keo casein

- *Dầu thực vật:* Casein thường được xử lý với 1-3% dầu không khô trước khi đưa các chất hóa học trong quá trình tổng hợp keo. Xử lý này làm chậm tương tác giữa casein và các hóa chất, thúc đẩy quá trình làm ẩm của keo khi trộn.
- *Chất độn:* Khi trộn hợp các keo tổng hợp thì việc lựa chọn chất độn là bước quan trọng để điều chỉnh hiệu quả keo với yêu cầu công việc. Các chất độn vô cơ thường không được sử dụng vì chúng có xu hướng làm mòn vật keo với dụng cụ làm việc bằng gỗ.
- *Tác nhân điều chỉnh độ nhớt:* Keo casein có thể làm đặc với phèn, CaCl_2 , Na_2SO_4 hay với focmandehit, ngược lại chúng có thể làm loãng nhờ đó kéo dài thời hạn làm việc khi thêm natrisunfit, natri hexameta photphat, đường hay thay thế một vài phần casein bằng bột vỏ hạt để làm loãng keo trộn hợp. Các dung dịch casein có tính kiềm thấp được sử dụng như keo dán đôi khi bị làm loãng và ổn định khi đưa 20-40% ure hay 10-20% dixyandiamit theo casein.
- *Chất bảo quản:* Quá trình thối rữa không phát triển trong các keo dán casein -vôi có độ kiềm cao, chịu nước. Tuy nhiên nếu vệt keo tiếp xúc với điều kiện thường sẽ thuận lợi cho vi khuẩn và nấm phát triển. Điều này đi kèm với việc thêm vào keo một chất chống nấm, thường là 3-5% phenol clo hóa so với keo khô, hoặc thêm một chất bảo quản là các chất bảo quản gỗ như pentaclophenol hay creosote.

Dung dịch casein có tính kiềm thấp hơn như các dung dịch được sử dụng cho keo dán giấy đòi hỏi phải thêm chất bảo quản nếu để trong nhiều ngày. Dung dịch trung tính có thể bị hư hỏng nhanh. Nếu dung dịch được thêm vào một số keo dán nước khác như latex hay nhũ tương nhựa thì nó bền với các tác nhân gây hư hỏng khi có mặt tất cả các thành phần. Các chất bảo quản thường dùng như β - naphthol, thymol và phenol có thể được thay thế bởi các dẫn xuất phenol như phenylphenol và các phenol clo hóa, các este của p - hydroxybenzoic axit. Nồng độ 0,5-1,5% có hiệu quả cho dung dịch

cazein khỏi bị thối rữa. Các hóa chất thương mại được sử dụng để hòa tan cazein như natri florua và borax có tác dụng chống vi khuẩn.

1.3.7. Biến tính keo dán khác bằng cazein

Sự kết hợp cazein với các protein khác đã được mô tả như là các keo trộn hợp cho gỗ. Một keo dán khác là keo dán latex có nguồn gốc tự nhiên hay tổng hợp, chứa cazein như chất ổn định hay chất biến tính. Latex cao su neopren và cao su nitrin thường được trộn lẫn với cazein để làm keo dán. Latex có hiệu ứng làm mềm trong khi đó cazein làm cứng vết keo. Tính không tan của cazein trong hệ ở pH 4-5 loại bỏ mọi ứng dụng trong các keo vinyl thông thường. Một ứng dụng trước đây của cazein với latex tự nhiên là dạng keo buộc để làm bền liên kết cao su -gân lớp sợi tổng hợp. Sự kết hợp keo này đã phần được thay thế bởi các hợp chất nhựa latex. Hỗn hợp latex -cazein có thể được sử dụng như lớp lót cho các keo dán khác. Nhũ tương nhựa thông có chứa cazein tạo liên kết tốt giữa vải sợi và kim loại.

Sự kết hợp cazein với nhựa nhiệt rắn đã được sử dụng như kết hợp với nhựa phenolic dạng resol hay kiểu phân tán nước với cazein và với ure focmandehit hay các nhựa amino khác, trong đó cazein cũng tham gia một phần vào phản ứng ngưng tụ nhựa hoặc trộn đơn thuần trong dung dịch với nhựa được tạo thành. Do các keo nhựa này không chứa focmandehit nên hỗn hợp với dung dịch cazein chỉ bền ở giá trị pH trong khoảng từ 6-7.

1.3.8. Các phương pháp để phân tích keo cazein

Keo cazein với các thành phần protein, muối, kiềm, chất độn hữu cơ và dầu dễ dàng bị tách thành ba phân đoạn nhờ phân tán keo khô trong cloroform. Sự xuất hiện kết tủa vô cơ, dung dịch cloroform của dầu và bột có chứa cazein bột gỗ hay các chất độn khác cùng với các protein khác nếu keo dán là keo hỗn hợp. Các ion được xác định trong kết tủa; dầu được xác định trong dung dịch cloroform và protein trong lớp trên cùng. Qua kính hiển vi, protein đậu nành ở lớp trên cùng có thể được nhận ra nhờ sự có mặt vỏ đậu tương hay các mảnh nhân.

Cazein và abumin máu có thể được phân biệt trong một vệt keo nhờ quan sát mặt cắt trong glyxerin dưới lăng kính nicol chéo nhau. Vệt keo cazein không màu, trong khi đó keo máu có màu xanh. Cazein trong hỗn hợp với máu xuất hiện các ánh long lanh. Nhuộm màu vệt keo với một dung dịch hỗn hợp gồm xanh metylen và nhựa thông trong ancol 50% tạo ra màu hồng tím với cazein và màu đỏ rêu với keo máu.

Sự có mặt casein trong gỗ và chiều sâu thấm từ vết keo có thể phát hiện khi ngâm bột gỗ ướt trong dung dịch chứa 4g hematoxylin trong 25ml rượu, 400ml dung dịch phen amoni bão hòa, 100ml glycerin và 100ml metanol. Mặt cắt gỗ chứa casein có màu tím thậm chí sau khi xử lý focmandehit. Phản ứng của protein thường không tạo màu với casein được xử lý focmandehit.

1.4. Keo dán từ đậu tương

1.4.1. Thành phần đậu tương

Đậu tương có thành phần như sau:

Protein	54,0 (PKL)
Cacbohydrat	29,7 (PKL)
Hemixenlulo (sợi)	2,6 (PKL)
Xenlulo (sợi)	
Chất béo	0,7 (PKL)
Tro	6,0 (PKL)
Nước	7,0 (PKL)
Tổng số	100,0 (PKL)

Thành phần protein trong đậu tương phụ thuộc nguồn gốc, thời vụ, đất trồng và thường trong khoảng 35-55%, đậu tương công nghiệp có chứa khoảng 44-50% protein. Tính chất keo dán phụ thuộc vào hàm lượng protein trong đậu tương.

1.4.2. Thành phần keo trên cơ sở bột đậu tương

Bột đậu tương phân tán tốt trong nước khi có mặt bazơ. Mức độ phân tán và độ bền của keo phụ thuộc vào % kiềm, loại bazơ sử dụng. Các bazơ thường được sử dụng là NaOH, KOH, Na_3PO_4 , Na_2SiO_3 .

Các chất biến tính protein và tác nhân liên kết ngang đóng vai trò quan trọng trong công nghệ keo dán đậu tương. Các chất tạo liên kết ngang như cacbondisunfua, etylen trithiocacbonat, thioure và xanthat kali có tác dụng phân tán protein đậu tương, làm tăng độ chịu nước của chúng, làm bền cấu trúc, chống thủy phân và tăng độ nhớt. Các muối tan của đồng, crom, kẽm thực hiện chức năng này rất hiệu quả. Các hợp chất epoxy, đặc biệt là nhựa epoxy béo là các tác nhân tăng cứng rất hoạt động để phân tán đậu tương trong kiềm mặc dù keo thu được khá đắt và khó điều chỉnh.

Các chất cho focmandehit và một số andehit cao hơn tạo thành một nhóm chất biến tính protein quan trọng. Chúng có tác dụng tạo lưới hay biến tính protein đậu tương để cải thiện khả năng chịu nước của keo dán và kéo dài thời gian sử dụng, tăng khả năng giữ nước của keo. Các hợp chất điển hình của nhóm này là tris-hydroxymetyl nitrometan, dimetylol ure, natri focmandehit bisunfit, andehidic tinh bột, glyxerandehit, hexametylen tetramin, nhựa ure focmandehit và metylen latex phenol. Các dung dịch focmandehit và parafofmandehit trong nhiều công thức keo dán đậu tương thường làm bền gel. Nói chung, lượng rất nhỏ andehit hoạt động từ 0,1-1% khối lượng keo khô là đủ sản xuất keo biến tính. Chúng thường được thêm vào ở giai đoạn đầu hoặc giai đoạn cuối của quá trình trộn keo.

Keo dán đậu tương sử dụng trộn lẫn có thành phần chủ yếu như sau:

	(kg)
Nước ở 16-21°C:	79,38
Bột đậu tương chưa sấy:	44
Dầu thông hay lượng tương đương chất khử bọt (trộn 3 phút):	1,814
Nước ở 16-21°C (trộn 2 phút):	65,77
Vôi hydrat hóa:	5,443
Nước ở 15,5-21,1°C (trộn 1 phút):	10,89
Dung dịch NaOH 50% (trộn 1 phút):	6,35
Natri silicat (trộn 1 phút):	11,34
Cacbondisunfua:	0,567
Cacbontetra clorua:	0,0068
Hạt penta clorophenol (trộn 10 phút):	1,9278

Chất bảo quản có tác dụng bảo vệ keo protein khỏi sự tấn công của nấm mốc. Ngoài pentacloro phenol, các hợp chất như cloro -2 - phenylphenol, đồng naphthanat, octhophenyl phenol, tributyl thiếc oxit, đồng-8-quinolinolat và các hợp chất khác có thể được thêm vào hỗn hợp keo khô trong bất kỳ giai đoạn nào của quá trình tổng hợp keo với tỷ lệ 1-5% khối lượng keo khô, tùy mức độ bảo vệ mong muốn. Các chất ức chế trên cơ sở phenol không tan trong các hạt keo phân tán nhưng tan được trong dung dịch kiềm nhũ tạo thành các muối tan. Khoảng 1% kiềm so với 5% chất ức chế trong hỗn hợp keo là đủ cho phản ứng này.

Ngoài bột đậu tương và chất khử bọt, thành phần keo khô còn chứa các chất độn như đất sét, bột vỏ đậu, bột gỗ... để giảm chi phí và thay đổi tính chất làm việc. Tuy nhiên, cần phải giữ tỷ lệ các thành phần hoạt động cao nhất để đạt được hiệu quả keo dán cao nhất theo yêu cầu.

Biến tính các keo khác bằng protein đậu tương: Bột đậu tương có thể được kết hợp với các protein khác để thu được các tính chất keo mà sẽ không thể thu được nếu chỉ có đậu tương. Thêm casein vào keo đậu tương tạo nên độ dính tuyệt vời. Các keo dạng này thích hợp cho nhiều casein thông thường cũng như các ứng dụng của keo đậu tương như gỗ dán, keo dán cửa và thiết bị gia dụng.

Keo dán gốc động vật thường được sử dụng như chất biến tính cho keo dán đậu tương, chủ yếu để tạo ra tính chất dính và chảy cho bột đậu tương đặc quánh. Tuy nhiên, các keo gelatin này bất lợi ở chỗ chúng thủy phân khá nhanh trong dung dịch kiềm nên ít được sử dụng để phân tán bột đậu tương. Chúng có xu hướng giảm tính chịu nước của keo đậu tương tỷ lệ với lượng thêm vào mặc dù độ bền liên kết khô rất tốt.

Một loại keo đậu tương đặc biệt được phát triển từ nhiều năm nay liên quan đến việc thêm một số nhũ tương vào đậu tương và các keo dán đậu tương casein thông thường. Keo thu được có tính chịu nước tốt, dính, mềm dẻo và được sử dụng chủ yếu cho chu kỳ ép ngắn, dán của dầy, gỗ dán chuyên dụng, lớp phủ tỷ trọng cao.

Bột đậu tương thường được kết hợp với nhựa keo dán phenolic ở các mức độ khác nhau để thu được keo gỗ dán ép nóng cho tính chất đóng rắn nhanh từ protein đậu tương và tính vĩnh cửu từ chất rắn nhựa. Các keo loại này tương đối thành công cho dù đôi khi ít hoạt động hơn và nhạy hơn với hàm lượng ẩm sẵn có so với các keo tương tự được làm từ máu tan. Ví dụ dưới đây minh họa kiểu phân tán nhựa - kiềm.

Thành phần keo khô:	kg
Bột đậu tương:	22,68
Đất sét:	13,61
Bột vỏ gỗ:	9,1
Hương dẫn trộn:	kg
Nhựa keo dán phenolic 40% rắn:	222,6
Keo khô:	45,36
Dầu thông hay lượng tương tự chất khử bọt (trộn 5 phút):	1,36
Nước ở 16-21°C (trộn 2 phút):	181,4
Dung dịch natri silicat (trộn 5 phút):	18,1

Keo này có thể sử dụng ngay và có thời hạn làm việc khoảng 24 giờ.

1.4.3. Ứng dụng

Keo đậu tương có thể áp dụng cho các bề mặt dán khác nhau bằng các phương pháp và thiết bị thông thường. Đó là các dạng thiết bị áp dụng trực lẫn trực tiếp và gián tiếp, dán dao và chài, máy phủ màng và ép dòn, phun (điều chỉnh độ nhớt riêng), ngâm và màng ẩm. Keo đậu tương cũng thường được áp dụng dưới dạng bột khô, rút pha nước của chúng từ bề mặt dán khi tác dụng nhiệt và áp suất.

- Độ nhớt là một yếu tố chi phối phần lớn tính chất của keo dán protein trong nhiều ứng dụng. Giới hạn hoạt động của độ nhớt keo đậu tương là một dải rộng từ dán gạch ướt hay các công thức cán giấy tới độ nhớt matit của keo gỗ dán ép nóng hay từ khoảng 500 - 75000cps. Giới hạn độ nhớt ưa dùng đối với các ứng dụng keo đậu tương có thể được chia như sau: 500-5000cps để dán các bề mặt hấp thụ cao như giấy, bìa mềm và kết cấu gỗ khô, 5000-25000cps cho hầu hết các mục đích cán gỗ, cả ép nóng và lạnh, trên 50000cps cho hoạt động cán gỗ đòi hỏi thiết bị trộn và trải keo.

1.5. Keo từ máu

1.5.1. Thành phần, tính chất và công thức

Nguồn gốc máu động vật có ảnh hưởng lớn tới tính chất của keo tạo thành. Có sự khác nhau đáng kể giữa máu của loài động vật này với một loài động vật khác và cùng một loài động vật lại khác nhau do tuổi, điều kiện nuôi nấng khác nhau. Khi sử dụng ta trộn các máu khác nhau thành một loại duy nhất.

Máu khô chủ yếu là máu bò và lợn có thể tách riêng hoặc trong hỗn hợp. Xét mức độ tiêu chuẩn của độ tan, máu bò cho keo dán có độ nhớt cao hơn và đáp ứng tích cực hơn với các phụ gia biến tính so với máu lợn. Cả hai loại máu đều không tan một phần trong hoặc sau quá trình làm khô để thu được sản phẩm với sự thay đổi lớn tính chất tái sử dụng. Máu cừu ít khi sẵn có dưới dạng sản phẩm tan do sự cung cấp tương đối hạn chế; nó thường được kết hợp với hai loại máu khác và độ nhớt thường thấp hơn.

Tất cả các loại máu khô tan đều là bột có tỷ trọng trung bình có khả năng chảy tự do với khoảng màu từ đỏ sẫm đến đen. Do tính không tan tăng nên màu nâu hơn và tỷ trọng giảm đáng kể. Hầu hết các hạt trở thành bột khô thay vì các giọt rắn. Máu khô có khả năng hút ẩm cao và cần phải được bảo quản tránh ẩm. Dòng vật liệu này di chuyển nhanh

trong ống hay thiết bị tạo ra một hiệu điện thế tĩnh có khả năng gây chết. Toàn bộ thiết bị gồm máy nâng không khí, băng tải và thiết bị làm sạch chân không phải được đi ngầm nếu liên quan đến sản phẩm máu.

Cũng như bột đậu tương, thành phần cơ bản của keo dán máu khô tan là protein, abumin huyết thanh. Máu thường chứa các thành phần protein khác như fibrin và hồng cầu (hemoglobin) nhưng fibrin được loại bỏ trước khi làm khô và hemoglobin được tạo phức nặng với các ion kim loại, còn lại chủ yếu là abumin sẵn có với mục đích làm keo dán. Thành phần máu bỏ khô tan được cho trong bảng dưới đây.

	%
Kích thước lỗ sàng mesh	95,6 qua lỗ sàng 100 mesh
Protein tan trong nước	90,5
Nitơ tổng số	14,7
pH	7,8
Hàm lượng ẩm	6,4

Môi trường kiềm sẽ phân tán máu khô tan tới một mức độ nhất định. Protein máu trở thành keo dán mạnh ở pH thấp hơn protein thực vật, nhưng một vài % bazơ mạnh như NaOH, KOH, LiOH thường cần thiết để phát triển toàn bộ khả năng dán của nó.

Chất biến tính: Abumin máu phản ứng với một số ion kim loại tạo thành proteinat không tan. Muối canxi và magie thường được thêm vào keo máu với mục đích tạo thành các sản phẩm này. Cả hai đều tăng đặc tính hạt của keo dán và cải thiện khả năng chịu nước nếu chúng được đóng rắn lạnh. Silicat tan là các tác nhân phân tán tốt cho keo máu, chúng kéo dài thời hạn làm việc chủ yếu do chức năng đệm. Khi kết hợp với các tác nhân biến tính, chúng làm tăng nhu cầu nước của keo máu mà không thay đổi các tính chất mong muốn khác. Các hợp chất canxi và silicat tan thường được thêm vào keo máu với một bazơ mạnh để thu được hệ phân tán cân bằng có ảnh hưởng tối ưu tới abumin máu.

Abumin máu phân tán kiềm rất nhạy với các chất biến tính vật lý và hóa học. Trong số các lực biến đổi vật lý, nhiệt làm ẩm hay làm khô có thể hữu ích nhất. Sự áp dụng nhiệt có kiểm soát được sử dụng để làm đặc keo máu, thay đổi độ đậm đặc của nó làm kéo dài thời hạn làm việc và cải thiện tính chất liên kết lạnh hay đóng rắn bất thuận nghịch của keo dán. Dưới đây công bố một keo dán trên cơ sở máu tan, cho thấy việc sử dụng nước nóng để đông tụ protein thành dạng hạt.

	(kg)
Nước ở 63°C:	90,72
Máu bỏ khô tan:	36,29

Bột gỗ:	8,17
Dầu thông hay lượng tương tự chất khử bột (trộn 10 phút):	0,9072
Nước lạnh:	158,8
Dầu thông hay lượng tương tự chất khử bột (trộn 2 phút):	0,9072
Vôi hydrat hóa:	3,1752
Nước ở 18-21°C (trộn 2 phút):	6,3504
Dung dịch NaOH 50% (trộn 2 phút):	6,8
Dung dịch natri silicat (trộn 5 phút):	15,9

Keo này có thể sử dụng ngay khi được trộn và có thời hạn làm việc khoảng 4-8 giờ tùy thuộc nhiệt độ bảo quản. Các dạng khác của năng lượng vật lý như tốc độ khuấy ảnh hưởng tới giai đoạn đông tụ máu, do đó những điều chỉnh riêng đối với thiết bị trộn và kiểm soát tốt nhiệt độ của nước là cần thiết để thu được keo đặc, nhớt.

Trong khi keo máu rất có khả năng bị biến chất bởi một số nhóm hợp chất hóa học và hầu hết các dạng năng lượng thì một số chất biến đổi protein truyền thống ít có hiệu quả với albumin máu so với các protein thực vật. Các hợp chất cơ lưu huỳnh như cacbon disulfua và thioure có tác dụng làm bền keo máu chống lại sự thủy phân và kéo dài thời hạn có ích nhưng gây ra rất ít thay đổi về độ nhớt hay khả năng chịu nước. Các muối tạo phức như muối tan của coban, đồng và crom ít ảnh hưởng tới phân tán máu.

Hầu hết các ancol và xeton thấp hơn, thậm chí chỉ tan ít trong nước cũng biến tính hiệu quả albumin máu. Ảnh hưởng của chúng là tạo hạt, độ đặc của phân tán máu trong kiềm và giảm nhẹ nhu cầu nước. Ảnh hưởng này làm thay đổi các tính chất làm việc của keo máu và như một phương tiện để chống lại ảnh hưởng của các chất biến đổi khác. Những ứng dụng đặc biệt của phản ứng này được tạo ra nhờ sử dụng các ancol thơm, phenol và cresol với phân tán máu trong kiềm để thu được keo protein dán gỗ chất lượng cao.

Chất cho focmandehit là một nhóm chất biến tính quan trọng đối với keo máu cũng như keo đậu tương. Các hợp chất andehit rất hữu ích trong việc làm tăng khả năng chịu nước, độ nhớt, thời hạn làm việc và nhu cầu nước cho keo máu trong khi thay đổi độ đặc tới bất kỳ mức độ nào từ dạng gel tới dạng hạt hoàn toàn. Các hợp chất thường được sử dụng cho mục đích này là parafofocmandehit, focmalin, dimetylol ure, natri focmandehit bisunfit, hexametylen tetramin, tri(hydroxymetyl) nitro metan, monometylol dimetyl hydantoin và nhựa ure. Chỉ một lượng nhỏ (0,1-1%) các vật liệu này là đủ để phân tán albumin máu trong kiềm. Khi phân tán, pH giảm từ 13 xuống 10, tỷ lệ andehit lớn hơn là cần thiết để thu được những ảnh hưởng tương ứng. Chúng thường được thêm vào sau khi máu ở trong dung dịch và thường sau khi phân tán kiềm.

Nhựa phenol focmandehit rắn là một nhóm chất biến tính protein làm thay đổi lớn những ảnh hưởng đối với albumin máu. Những ảnh hưởng này rõ ràng liên quan đến cả độ phức tạp cấu trúc focmandehit hay phenol tự do còn lại trong hệ. Nhựa có cấu trúc đơn giản như ancol thơm thay đổi độ đặc của keo máu từ dạng gel tới dạng hạt và thường giảm độ nhớt. Nhựa phenolic kiềm với độ phức tạp vừa phải hầu như thụ động với protein máu phân tán. Phức cao và nhựa phenol hoạt động gây ra sự tạo gel của keo máu, do đó đặt ra một vấn đề lớn cho sự kết hợp của chúng ở bất kỳ mức độ nào. Mặc dù có những giới hạn nhưng vẫn có một xu hướng hình thành phát triển các keo lai tạo trên cơ sở phân tán kiềm của máu và nhựa phenolic để thu được các tính chất và hiệu quả tốt.

1.5.2. Biến tính máu

1.5.2.1. Sự kết hợp máu - bột đậu tương

Máu tan và bột đậu tương tạo thành một sự kết hợp đặc biệt có ích do mỗi cấu tử cung cấp các tính chất mà cấu tử kia thiếu hụt. Các vật liệu này tạo thành một loạt các keo dán ép nóng, lưu hóa nhanh, chịu nước, giá thành thấp, phù hợp với việc cán mỏng gỗ như gỗ dán, bìa cứng và gỗ mềm.

Các keo ép nóng có thể được tổng hợp với tỷ lệ máu - bột đậu nành từ 15:85 và 80:20. Chúng đều cung cấp độ bám dính khô thỏa mãn nhưng khả năng chịu nước tăng từ mức vừa phải với tỷ lệ máu thấp hơn tới mức cao đối với tỷ lệ máu cao hơn. Do lượng nước yêu cầu cho máu lớn hơn so với bột đậu tương nên giá thành keo chỉ tăng khoảng 25% so với khoảng hàm lượng máu này.

1.5.2.2. Sự kết hợp máu -protein khác

Một số protein động vật và thực vật khác ngoài bột đậu tương có thể kết hợp với albumin máu để thu được keo dán gỗ có ích. Cazein, keo dán gỗ động vật, bột cá, cazein ngô, bột đậu tương và bột hạt bông là các ví dụ. Một số đóng góp thêm vào tính chất dính và tính chất chảy, trong khi đó một số khác đóng góp độ đặc như bột đậu tương. Ngoài cazein được sử dụng với máu tan làm keo dán gỗ ép nóng thì không có vật liệu nào so sánh được với keo dán máu hay máu - đậu tương về giá thành hay hiệu quả. Một phụ gia protein cho máu tan là chính máu dưới dạng máu khô không tan hoàn toàn. Vật liệu này khi được nghiền thành bột mịn sẽ trương tốt và tạo gel nhẹ dưới sự phân tán kiềm bình thường và có thể cung cấp tính chất đậm đặc mong muốn cho các keo máu tan khác.

Chương II

KEO DÁN TRÊN CƠ SỞ POLYSACARIT

2.1. Tinh bột và dẫn xuất

Tinh bột là một cacbohydrat thực vật, tồn tại nhiều trong tự nhiên, chất dinh dưỡng dự trữ của thực vật. Tinh bột có nhiều trong các loại hạt, củ, quả...

Tinh bột có khối lượng phân tử cao, chứa các đơn vị glucopyranozo được nối với nhau bởi các liên kết α -glucoza, công thức phân tử là $(C_6H_{10}O_5)_n$ trong đó n có thể thay đổi từ vài trăm đến hơn một triệu.

Trong thực vật, tinh bột tồn tại dưới dạng không tan trong nước do đó có thể tích tụ một lượng lớn trong tế bào mà vẫn không ảnh hưởng đến áp suất thẩm thấu. Các hydrat cacbon được tạo ra đầu tiên ở lục lạp do quang hợp nhanh chóng được chuyển hóa thành tinh bột. Tinh bột giai đoạn này gọi là tinh bột đồng hóa, rất linh động, có thể sử dụng ngay trong quá trình trao đổi chất hoặc có thể chuyển thành tinh bột dự trữ trong hạt, củ, quả, rễ, thân và bẹ lá.

Trong hạt, tinh bột tồn tại dưới dạng hạt có kích thước từ 0,02-0,12mm, hạt tinh bột có dạng hình tròn, hình bầu dục hay hình đa giác, cấu tạo và kích thước của các hạt tinh bột phụ thuộc vào giống cây, điều kiện trồng trọt và quá trình sinh trưởng của cây. Hạt tinh bột của loại cây khác nhau thì có kích thước, hình dạng khác nhau. Cùng một hệ thống tinh bột, hình dạng và kích thước của tất cả các hạt cũng không phải giống nhau. Ví dụ, tinh bột lúa mì có loại hạt bầu dục, có loại hình tròn, có loại kích thước lớn 20-25 μ m, có loại kích thước nhỏ 2-10 μ m và có loại kích thước trung bình.

Tinh bột có chứa hỗn hợp hai cấu tử: amylozo (mạch thẳng) và amylopectin (mạch có nhánh), khác nhau cả về tính chất lý học lẫn hóa học. Amylozo có trọng lượng phân tử từ $3 \cdot 10^5$ - $3 \cdot 10^6$ còn amylopectin có trọng lượng phân tử từ $5 \cdot 10^4$ - $5 \cdot 10^6$. Tinh bột bị hồ hóa khi nâng nhiệt độ lên khoảng 60-70°C. Khi nâng nhiệt độ thì nó trương hoàn toàn tạo thành dạng paste. Mỗi loại tinh bột có khoảng nhiệt độ hồ hóa khác nhau. Nhiệt độ hồ hóa trong nước thay đổi khi thêm một số hóa chất như kiềm, ure, khi đó sẽ làm giảm nhiệt độ hồ hóa, như vậy có thể tạo thành dạng paste hoặc dung dịch ở nhiệt độ thấp hơn (có thể ở nhiệt độ phòng). Quá trình hồ hóa là quá trình tỏa nhiệt, hydrat hóa các phân tử tinh bột, làm gãy

các liên kết hydro giữa các mắt xích glucoza. Tinh bột là chất hấp thụ nước, lượng nước hấp thụ phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm tương đối và thay đổi đối với mỗi loại tinh bột. Quá trình hydrat hóa của tinh bột khô làm cho hạt trương thuận nghịch và làm tăng đường kính hạt.

2.2. Xenlulo

Xenlulo là polyme mạch dài được hình thành trong tự nhiên. Có thể thấy một chuỗi các vòng glucosidic liên kết với nhau bởi cầu oxy. Đơn vị monome lặp lại, bao gồm một vòng mang ba nhóm hydroxyl, một nhóm bậc 1 và hai nhóm bậc 2 được tạo thành bởi phản ứng của các nhóm -OH này. Phản ứng toàn bộ 3 nhóm -OH thường không cần thiết và cũng không mong đợi đối với một keo dán tốt. Vài % nhóm -OH tự do còn lại thường cải thiện độ tan và chất lượng keo dán. Do đó keo dán xenlulo nitrat tốt nhất được tổng hợp chỉ với 11,2-11,6% N; trái lại nếu quá trình nitrat hóa hoàn toàn thì hàm lượng nitơ khoảng 14,8%. Các este của cả axit hữu cơ và vô cơ cũng như các ete được sử dụng trong keo dán và chất kết dính. Các ete như metyl xenlulo thường được tạo ra nhờ phản ứng "kiềm" xenlulo, tác động của dung dịch nước NaOH lên xenlulozơ, với một anky halogenua như metyl clorua. Một số ete được tạo ra, tuy nhiên nhờ phản ứng etylen oxit với kiềm xenlulo, trong trường hợp đó hydroxyl etyl ete được tạo thành.

Tính tan và hiệu quả của keo dán xenlulo được cho trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Phân loại keo dán, đặc trưng tính tan và hiệu quả của keo dán xenlulo

Loại nhựa cơ bản	Phân loại liên kết	Dung môi	Đánh giá độ bền	Ảnh hưởng của keo dán tới
			Nước Dung môi Nhiệt Làm lạnh Nấm	Gỗ Kim loại Cao su Thủy tinh Da Giấy Sợi Gốm
Xenlulo axetat	SR, F	Cl, E, K	F M G F E	M P P P G E G F
Xenlulo axetat butyrat	SR, F	A+H, Cl, E, N, K	G F F F E	M F F F G E E F
Xenlulo nitrat	SR	E, K (+A, H)	F F M F E	G F P M E E E M
Etyl xenlulo	SR, F	A, E, H, K	G P F E E	F M G P M E G P
Hydroxyletyl xenlulo	SR, F	W	P E G G M	- - F - G E E G
Metyl xenlulo	SR	W	P E M G E	M P F P M E M P
Natri cacboxyl metyl xenlulo	SR	W	P E M G F	- - - - -

*Ký hiệu phân loại liên kết: SR = dung môi giải phóng từ dung dịch

hay nhũ tương; F = nóng chảy bởi nhiệt. ^bKý hiệu dung môi: A = ancol; Cl = hydrocacbon clo hóa; E = este; H hydrocacbon thơm. ^c Ký hiệu đánh giá: E = Tuyệt vời; G = tốt; M = trung bình; F = tồi; P = kém.

Xenlulo rất ít tan trong các dung môi thông dụng do đó các keo dán được điều chế trên cơ sở dẫn xuất xenlulo. Sự phân loại keo dán dẫn xuất xenlulo có thể dựa trên đặc trưng độ tan của chúng. Một số dẫn xuất như xenlulo nitrat và etyl xenlulo, hydroxyl etyl xenlulo và CMC tan trong dung môi hữu cơ. Trái lại các chất khác hoà tan trong nước như metyl xenlulo. Khi cần khả năng chịu nước lớn nhất thì keo tan trong nước không thể sử dụng. Ngược lại, giấy dễ in với mực tan hữu cơ thì một chất kết dính tan trong nước có thể ưa dùng cho bề mặt giấy, giữ các sợi với nhau và ngăn sự thấm của mực tan.

Ứng dụng

- **Hồ da:** Khi da được làm khô nhờ phơi trên lò, một diện tích da đáng kể bị co lại. Để tránh được điều này và để cung cấp da phẳng hơn, người ta thường áp dụng một keo dán ở mặt sau của da và dán chúng lên một tấm thủy tinh lớn trước khi làm khô. Keo dán sẽ có độ bền cao khi nhiệt độ tăng, tránh mất mát. Do metyl xenlulo chỉ là keo dán tổng hợp, tạo gel khi gia nhiệt nên nó là nền lý tưởng cho các keo dán trên da. Màng metyl xenlulo có tính dính ẩm tuyệt vời, sạch, chắc và mềm dẻo do metyl xenlulo không thấm mỡ, chất béo lỏng còn sót lại.

Để chuẩn bị keo này, thêm 71-85g metyl xenlulo 4000cp, 56,7g dung dịch casein 15% và 8,5g N -octyl etanol amin vào 2,7kg nước ở 93°C. Khuấy cho đến khi làm lạnh xuống nhiệt độ phòng hoặc để qua đêm. Để bảo vệ casein khỏi sự tấn công của sinh vật, cần thêm khoảng 0,02% chất diệt khuẩn.

Cacboxyl metyl xenlulo cũng được sử dụng trong keo dán da, trong đó độ tan của nó trong nước cho phép loại bỏ nhanh.

- **Phụ gia keo dán:** Metyl xenlulo được sử dụng trong một số keo dán như phụ gia để điều chỉnh độ nhớt, đặc biệt trong hồ phenol focmandehit đóng rắn nóng và các keo dán ép nóng khác. Lượng nhỏ trong keo làm chúng tạo gel khi được đun nóng do đó ngăn chặn sự thấm dư của giấy hay nguyên liệu bìa cứng. Nó cũng được sử dụng trong một số keo đóng rắn lạnh như một phương tiện điều chỉnh độ nhớt.

Một trong những ứng dụng chính của hydroxyl etyl xenlulo là trong nhũ tương polyvinyl axetat, nó đóng vai trò một chất làm đặc và keo bảo vệ. Nhiều keo dán nước dựa trên nhũ tương polyvinyl axetat. Trong các ứng dụng này nhựa polyvinyl axetat là keo dán chính và dẫn xuất xenlulo là một tác nhân phụ gia quan trọng.

Xenlulo axetat oxy hóa thường được thêm vào lớp phủ xenlulo axetat để cải thiện độ bám dính. Độ bám dính với kim loại, giấy, bìa cứng và các bề mặt khác được cải thiện khi sử dụng tỷ lệ 1:4 - 2:1 về khối lượng xenlulo axetat oxy hóa : xenlulo axetat trong sơn hay keo dán. Nó đặc biệt hiệu quả khi được sử dụng với lượng rất nhỏ (dưới 1%) trong keo dán dung môi hoạt động để dán màng xenlulo axetat với lớp bìa cán trắng.

Chương III

KEO DÁN TRÊN CƠ SỞ CAO SU

3.1. Giới thiệu về keo dán trên cơ sở cao su

Keo dán trên cơ sở cao su có các tính chất thay đổi nhiều so với bất kỳ nhóm keo dán chung nào. Các hệ có độ bền tương đối thấp như keo dán cao su, băng dính nhảy áp và phong bì tự gắn, đều trên cơ sở cao su. Khoảng biến đổi các tính chất của keo dán trên cơ sở cao su thường không rộng là do sự thay đổi các tính chất thu được từ cao su tự nhiên và tổng hợp và nhiều vật liệu như chất tăng dính, chất dẻo hóa, chất độn, nhựa và các tác nhân lưu hóa

- *Thành phần:* Keo dán trên cơ sở cao su có thể chứa một số hay tất cả các vật liệu được chỉ ra trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Thành phần chung của keo dán trên cơ sở cao su

Vật liệu	Giới hạn các hợp chất (%)
Elastome	30-50
Chất tăng dính hay nhựa	30-50
Chất độn	10-40
Chất dẻo hóa và chất làm mềm	1-6
Chất chống oxi hóa	0,2-3
Tác nhân đông rắn	0,-5
Tác nhân chelat hóa	0,2-1,5

Elastome có thể định nghĩa là vật liệu polyme có tính chất giống cao su. Đặc biệt hơn, elastome là một vật liệu tự nhiên hay tổng hợp có thể được lưu hóa hoặc đã lưu hóa để có tính đàn nỏ cao và mạnh, hồi phục nhanh. Các chất tăng dính thường là nhựa thông và dẫn xuất nhựa thông, nhựa polytecpen, nhựa coumazon - inden và một số kiểu nhựa phenolic nhiệt dẻo. Chúng được sử dụng rộng rãi trong keo dán nhảy áp và keo dán dung môi nhất là với cao su tự nhiên và cao su styren - butadien (SBR). Nhựa thường là phenolic và resorcinol, có thể được sử dụng dưới dạng nhựa nhiệt dẻo hay được tạo lưới sau, thường ứng dụng với các elastome phân cực. Chất độn là các vật liệu như than đen, ZnO và các loại đất sét. Dolomit xử lý bằng axit, barit, canxi silicat cũng được sử dụng. Các chất dẻo hóa và chất làm mềm như axit stearic, kẽm laurat,

dầu khoáng và dầu thực vật cũng được sử dụng. Chất chống oxy hóa là các vật liệu như các amin thơm và các phenol hay quinon thế. Chúng tương tự như các chất chống oxy hóa được sử dụng cho hỗn hợp cao su để làm lốp xe. Tác nhân lưu hóa tốt nhất là lưu huỳnh, tác nhân lưu hóa phổ biến nhất. Trong những năm gần đây, các tác nhân lưu hóa khác peoxit, muối kim loại và halogenua hữu cơ đã được sử dụng trong cao su tổng hợp. Chất xúc tiến cũng có thể được sử dụng. Tác nhân chelat hóa được thêm lượng lớn để kết hợp với bất vết mangan và đồng. Sự có mặt các kim loại này làm tăng quá trình hư hỏng của nhiều cao su.

Ngoài các thành phần kể trên, keo dán latex cũng sử dụng một số lượng lớn các vật liệu khác như keo bảo vệ, chất nhũ hóa, chất ổn định nhũ tương... Chức năng chủ yếu của các chất này là ổn định phân tán hay nhũ tương của polyme. Chúng không cần phải tăng cường các tính chất của keo dán hoàn thiện.

- *Đặc trưng chung:* Đặc trưng vật lý của keo dán trên cơ sở cao su có thể thay đổi khi lập công thức. Về mặt lưu biến, keo dán có thể tồn tại từ dạng chất lỏng rất nhớt tới hệ elastome cao, hay tới các vật liệu đóng rắn chặt, cứng có độ đàn hồi thấp. Do đó nhiều cao su không lưu hóa như cao su tự nhiên hay SBR dính, nhựa, mềm dẻo thậm chí trong vùng -60°C . Các liên kết đặc trưng được tạo thành bởi môđun thấp, tuy nhiên, lại là các vật liệu có độ đàn hồi cao, độ bền kéo căng và độ bền trượt thấp. Chúng có độ nhạy giới hạn khi tăng nhiệt độ. Sự kết hợp các tính chất này cung cấp độ bền va đập và tải trọng rung. Các elastome không lưu hóa khác như neopren, hay cao su hydroclorua hầu như mềm dẻo nhưng độ dính kém và cứng hơn nhiều, cụ thể là có độ kéo đàn hồi thấp hơn và môđun cao hơn. Trong khi các elastome cao su hydroclorua có thể không duy trì được độ bền va đập tốt và tính mềm dẻo ở nhiệt độ thấp, thì các tính chất rão và độ nhạy nhiệt độ của chúng tốt hơn cao su tự nhiên và SBR.

Trong khi hầu hết các keo dán trên cơ sở cao su không được lưu hóa thì keo dán lưu hóa có tầm quan trọng ngày càng tăng. Lưu hóa là khái niệm để chỉ sự tạo lưới elastome hay nhựa. Cao su lưu hóa cải thiện đáng kể độ bền rão và biến dạng. Nó cũng tăng môđun đàn hồi và tốc độ hồi phục đàn hồi, độ đàn hồi cuối cùng giảm. Các elastome tạo lưới cũng ít nhạy hơn với các dung môi.

Độ bền lớn nhất thu được với keo dán trên cơ sở elastome ở dạng trộn hợp phenolic. Trong các keo dán này nhựa được tạo lưới. Elastome không được tạo lưới trước nhưng có thể phản ứng với phenol focmandehyt trong khi lưu hóa. Các hệ này thường mạnh và bền rão như các hệ chứa nhựa nhiệt rắn. Tuy nhiên, elastome phân bố tính đàn hồi và các tính chất rung động tốt dần. Các hỗn hợp elastome- phenolic lưu hóa được sử dụng để dán kim loại.

Ứng dụng điển hình của keo dán trên cơ sở cao su minh họa tính đa dạng của chúng. Hệ trên cơ sở cao su cho khả năng bám dính tốt với tất cả các chất nền. Công nghiệp tự động hóa là một trong những ngành tiêu thụ keo dán trên cơ sở cao su lâu đời nhất và lớn nhất.

3.1.1. Ứng dụng

- *Latex*: Cao su tự nhiên thu được từ các cây cao su dưới dạng keo phân tán trong nước, đường kính hạt nằm trong khoảng 1-3 μ m. Amoniac được thêm vào để tăng sự ổn định của latex và ngăn chặn sự lên men. Cao su rắn chiếm khoảng 40% trong tự nhiên; do đó latex thường được làm đặc tới 60%. Bản thân polyme có cấu trúc cis-polyisopren, với trọng lượng phân tử trong khoảng 25.10⁴-250.10⁴. Cũng như hầu hết latex cao su lấy từ cây, quá trình phân hủy oxi hóa bắt đầu và quá trình tạo lưới có thể diễn ra. Cao su ở điểm này có thể tan trong dung môi thơm nhưng thực tế dung dịch đó chứa lượng lớn gel. Điều này thường làm phức tạp khi nghiên cứu cấu trúc.

Hầu hết cao su tổng hợp sử dụng trong keo dán latex được chế tạo bằng phương pháp trùng hợp nhũ tương, do đó chúng thường có sẵn ở dạng latex. Các elastome được quan tâm là các copolyme butadien - styren, butadien - acrylonitrin và neopren. Các vật liệu đều có sẵn một số loại tùy theo trọng lượng phân tử, sự phân bố trọng lượng phân tử, tốc độ kết tinh (neopren) và kích thước hạt.

Cao su tái sinh có tầm quan trọng ngày càng tăng trong các keo dán bởi nhiều ưu điểm riêng của nó và giá cả hấp dẫn. Vật liệu tái sinh thu được chủ yếu từ lốp xe và thường ở dạng latex.

- Latex 40% có độ nhớt chỉ bằng 1% so với "dung dịch" 15% của cao su cán trong toluen. Do đó hệ latex có nhiều ưu điểm như dễ dàng chế tạo vật liệu có độ nhớt thấp, lắng đọng chất rắn cao, không làm mất dung môi đất và giảm thiểu nguy cơ bắt lửa. Hệ latex có thể được áp dụng bằng cách quét, phun, dao và trực phết keo ngược. Sự tạo màng thường được tiến hành ở gần hoặc tại nhiệt độ phòng, màng hình thành rất chậm ở độ ẩm cao. Hầu hết các ứng dụng là với chất nền xốp như sợi, giấy và da.

Độ bền màng hay sự kết dính của các màng từ latex không biến tính khá cao trong khi độ bám dính thấp. Màng cao su tự nhiên không bao giờ đông tụ hoàn toàn. Màng là một khối khá chặt các hạt rời được phân tán đều trong nước. Các hạt này dãi ra khi màng bị kéo dãn, và bám dính hạt với hạt tại vỏ ngoài của keo bảo vệ mỗi hạt. Khi màng được đúc trên một chất nền, vỏ của keo bảo vệ có thể tiếp xúc với bề mặt. Không mấy ngạc nhiên khi độ bám dính thu được với màng cao su tự nhiên hay latex cao

su tổng hợp không biến tính với các chất rắn không xốp và nhiều chất nền xốp là thấp.

Một cách hiệu quả để cải thiện độ dính và độ bám dính của một elastome ở dạng latex là thêm một tác nhân làm dính phi polyme phân tán trong nước như các dẫn xuất của nhựa thông. Sự khuếch tán của chất làm dính trong các hạt cao su diễn ra làm cho các hạt bị mềm và đông tụ nhanh hơn và với một mức độ lớn hơn. Khối còn tiếp xúc và làm ướt chất nền tốt hơn nhiều. Độ bền nội tổng cộng hay sự kết dính thường nhỏ hơn màng từ latex không biến tính.

Có thể cải thiện độ bám dính của latex nhờ các lớp lót hay các hệ hai lớp phủ. Hầu hết các chất lót đều dựa trên keo dán cao su vòng hóa hay hỗn hợp latex cao su tự nhiên và các vật liệu tan trong nước như casein và abumin. Các hệ này có độ bám dính cao với kim loại và thủy tinh và cũng cho bề mặt có thể dán dễ dàng với các keo dán cao su khác.

Độ bám dính thấp cũng có thể được khắc phục một phần nhờ sử dụng nhiệt hay áp suất để thúc đẩy và cải thiện sự đông tụ và tiếp xúc. Chất nền xốp làm cho nước khuếch tán nhanh và cung cấp diện tích tiếp xúc lớn. Sự bám dính của latex có thể được cải thiện tốt hơn nhờ phủ cả hai bề mặt dán với cùng một keo dán. Khi màng khô, liên kết tiếp xúc có thể được hình thành. Điều này đem lại ưu điểm độ dính mà hầu hết các elastome đều có.

Mặc dù các keo dán sử dụng latex có thể được lưu hóa, cải tiến chủ yếu thu được nhờ lưu hóa là độ bền nội. Trừ keo dán lớp xe, sẽ được thảo luận dưới đây, lưu hóa latex không được sử dụng nhiều. Trái với keo dán dung môi, chúng kết hợp tất cả các thành phần lưu trong một hệ khá bền ở nhiệt độ phòng. Các hệ đó được sử dụng trong sản xuất ống mềm cũng như trong keo dán lớp.

Trong khi keo dán dung môi cung cấp độ bền cuối cùng lớn hơn thì các hệ latex là cần thiết. Dung dịch keo dán được “mang” lên một chất nền xốp. Do đó nhiều ứng dụng đòi hỏi đưa đủ keo dán lên bề mặt để tạo thành liên kết. Tuy nhiên, các hệ latex thấm ít hơn nhiều và một lớp phủ thường là đủ để dán.

Các keo dán latex cung cấp độ bền thích hợp cho rất nhiều các ứng dụng. Trên 3/4 lượng giấy được sản xuất sử dụng keo dán latex ở một số công đoạn của quá trình. Keo dán latex được sử dụng trên giấy để dán nhãn, lớp mỏng, túi, sách và trên sợi cho các lớp mỏng, thấm và dán mỗi ghép.

Một ứng dụng chủ yếu của keo dán latex thu được độ bền cao là lớp xe. Loại lớp này được nhúng vào trong keo dán và sau đó chạy qua các trục ép. Các lớp này ở dạng mảnh song song với rất ít các sợi ngang cơ học để giữ chúng với nhau. Quá trình làm khô được tiến hành trong lò hoặc hầm. Sau đó các dải song song được cung cấp dưới dạng sợi trong

khung lớp. Latex tự nhiên đôi khi được biến tính với casein hay một latex SBR thỏa mãn với lớp sợi bông. Khi đưa tơ nhân tạo vào cần phải thay đổi công thức latex chứa 85% SBR và 15% copolyme resorcinol - focmandehyt (resol). Ngày nay tơ nhân tạo được dán bằng keo dán latex có chứa 65% SBR, 20% terpolyme của butadien - styren - vinyl pyridin và 15% resorcinol focmandehyt. Đối với sợi nylon, latex chứa 85% terpolyme butadien - styren vinyl pyridin và 15% resol được sử dụng. Trong mọi khả năng, resol phản ứng hóa học với cả tơ nhân tạo và sợi nylon. Tính phân cực của cả resol và vinyl pyridin cũng cung cấp độ bám dính và độ bền nội. Hàm lượng butadien - styren cung cấp tính mềm dẻo và đàn hồi.

- *Nghiền*: Phối trộn tất cả các keo dán dung môi, matit và keo dán nhay áp đều liên quan đến quá trình nghiền hay nghiền dẻo hóa elastome. Nghiền hay nghiền dẻo hóa là một quá trình làm việc cơ học của elastome thu được khi đông tụ latex. Cao su thường được trộn nhờ cho qua hai trục tròn bằng thép chuyển động với tốc độ khác nhau. Nhiệt độ của các trục này có thể thay đổi từ nhiệt độ phòng đến 150°C . Polyme phải chịu nén bởi lực trượt mạnh. Hiệu ứng cắt mạch làm giảm dần trọng lượng phân tử polyme. Cao su thường đàn hồi và chịu biến dạng dưới tải trọng cực lớn, nó trở nên mềm, dễ gia công và tan trong một số dung môi dầu mỡ.

Lực bị giảm sút chủ yếu khi cán ở 75°C là lực cơ học, nhưng một số thay đổi hóa học cũng xảy ra. Lực trượt rất cao do đó cao su ở trạng thái nhớt thường làm cho các mạch phân tử bị đứt. Các gốc tự do được tạo thành do phân tách đồng ly có thể kết hợp lại vào các mạch khác hay vào các vật liệu khác có mặt. Quá trình nghiền phân cắt đồng ly trong không khí này dẫn tới phản ứng của gốc tự do với oxi tạo thành peoxit. Các peoxit cung cấp tính phân cực cho cao su và thường gây ra sự phân hủy oxi hóa. Tuy nhiên có rất ít sự khác nhau trong ảnh hưởng của peoxit giữa nghiền trong khí quyển oxi tinh khiết hay trong khí quyển chỉ chứa 0,1% oxi. Chúng không gây ảnh hưởng phân hủy khi nghiền trong khoảng nhiệt độ phòng tới 100°C . Nếu peoxit gây nên sự ngắt mạch khi nghiền thì sự ngắt mạch này có thể là ngẫu nhiên dọc theo chuỗi. Tuy nhiên sự ngắt mạch xảy ra chủ yếu trong các mạch mà trọng lượng phân tử lớn hơn $7 \cdot 10^4 - 10 \cdot 10^4$ và có thể xảy ra ở giữa mạch.

Hơn nữa nếu cao su được nghiền trong nitơ với benzoquinon thì trọng lượng phân tử của nó thấp hơn. Benzoquinon gần như một chất nhận gốc tự do hoạt động giống oxi. Hợp chất này phản ứng với gốc tự do trên mạch hydrocacbon được tạo thành do trượt; vì khả năng phản ứng tương đối thấp của gốc tự do quihydron thu được nên sự kết hợp lại là nhỏ. Các copolyme có tính chất bất thường được tạo thành nhờ nghiền yếm khí

cao su tự nhiên và các monome hoạt động như metyl metacrylat. Than đen, dưới cả điều kiện nóng và lạnh, hình thành mạng lưới qua phản ứng với gốc tự do hydrocacbon. Mạng lưới được tạo thành rất giống như mạng lưới thu được nhờ lưu hóa.

Ảnh hưởng nghiền hóa dẻo giảm khi nhiệt độ tăng và trên 115°C ảnh hưởng của nó tới sự phân hủy có thể bỏ qua. Mặt khác các peoxit làm tăng ảnh hưởng ở trên 75°C và trên 115°C chủ yếu là sự giảm sức lực.

- *Keo dán dung môi:* Có tới 75% thậm chí lớn hơn lượng keo dán trên cơ sở cao su được sử dụng dưới dạng keo dán dung môi. Nói chung, keo dán dung môi có độ bám dính nội cao hơn đáng kể với tất cả các chất nền và độ bền màng lớn hơn các keo dán được cung cấp bởi hệ latex.

Keo dán dung môi được chế tạo theo một hay hai quá trình chung. Elastome mới được nghiền có thể được loại khỏi hỗn hợp nghiền và hòa tan trong dung môi. Điều này gọi là sự "cắt" cao su trong dung môi. Đối với cao su tự nhiên, SBR, các dung môi như benzen, toluen, naphta hay xăng có thể được sử dụng. Đối với buna N, neopren và các vật liệu phân cực khác, có thể sử dụng các dung môi phân cực hơn như metyletyl xeton, metyl isobutyl xeton hay etylen diclorua. Các dung môi phân cực này cũng thường được trộn với các dung môi không phân cực. Cao su trong dung môi sau đó có thể được trộn với dung dịch các phụ gia, như chất làm dính để tạo keo dán. Tiếp theo, việc thêm các vật liệu khô, như chất làm dính, có thể thực hiện với dung dịch cao su.

Keo dán dung môi thường được cung cấp ở các nồng độ 10-25% rắn với độ nhớt trong khoảng từ 1000-30000cps. Keo dán dung môi được áp dụng bằng cách phun, trục phủ ngược, trục lăn, dao trộn hay bay. Dung môi được loại bỏ nhờ làm khô ở nhiệt độ phòng hay làm khô cưỡng bức trong lò hay hầm.

Các keo dán áp dụng cho chất nền không xốp được làm khô trước khi kết cấu cuối cùng hình thành. Cần cẩn thận khi giải thoát tất cả các dung môi cho lớp phủ. Khi liên kết được hình thành, dung môi còn lại chỉ có thể thoát chậm ở mép. Các dung môi trong liên kết keo dán làm mềm và làm yếu nó rất nhiều. Nhiều keo dán dung môi, đặc biệt là khi được làm khô trong hầm có xu hướng bị dẫn nở hay tạo lớp keo dán khô trên màng do dung môi bay hơi nhanh. Hơn nữa sự bay hơi của dung môi còn lại ở bên trong bị ngăn cản và sự khuếch tán của dung môi chậm. Trong những trường hợp khắc nghiệt, màng có thể khô và còn khoảng 30-40% dung môi ban đầu.

Khi màng keo dán khô có độ dính thấp thì cả hai bề mặt dán thường được phủ. Dính hay bám dính tức thời của màng keo dán khô với bản thân nó cũng thường cao hơn nhiều đối với bề mặt khác. Nhiều bề mặt

phủ duy trì khả năng dán của chúng với các bề mặt khác trong vài ngày hay vài tháng.

Công thức và ứng dụng của keo dán dung môi rất đa dạng. Cao su tự nhiên từ dung môi có độ dính tốt và bám dính vừa phải nhưng độ bền nội thấp hơn. Độ bám dính được tăng cường đáng kể nhờ sử dụng chất tăng dính như dẫn xuất nhựa thông biến tính và nhựa polytecpen. Các kiểu chất tăng dính này có đặc trưng màu tốt và tính tương hợp, đóng góp lớn cho độ dính và bám dính. Nồng độ thường thấy là các phần bằng nhau của chất tăng dính và elastome. Sản phẩm phản ứng của axetylen với tert-butyl phenol rất có ích đối với SBR. Tuy nhiên nó có tính tương hợp giới hạn với SBR. Hỗn hợp cao su tự nhiên, SBR và chất tăng dính thường được sử dụng. Các hỗn hợp đó kết hợp độ dính tốt và độ bám dính vừa phải của cao su tự nhiên và độ bền nội, độ cứng của SBR. Lưu hóa cao su tự nhiên hay SBR làm tăng mạnh độ bền nội nhưng có độ bám dính thấp hơn. Các lớp lót trên cơ sở cao su vòng hóa thường được sử dụng.

Keo dán dung môi trên cơ sở cao su nitrin và neopren có độ bền nội cao, cho độ bền đầu và nhiều dung môi, khá bền oxy hóa. Độ bám dính vốn có của các elastome này với hầu hết các chất nền không cao. Thêm các chất tăng dính như phenolic, phenolic biến tính hay nhựa coumaron inden làm tăng đáng kể độ bám dính.

Nhiều keo dán neopren kết tinh và hiệu quả nếu chúng được lưu hóa. Hơn nữa, MgO, chất ổn định trong các keo dán neopren, phản ứng với nhựa phenolic được sử dụng trong các keo dán này. Nhựa tạo liên kết ngang thu được không có điểm chảy nhưng phân hủy tại 232°C. Nhiều loại được lưu hóa nhưng nhiều nitrin lại được sử dụng với nhựa lưu hóa.

Nhiều loại cao su có thể tái sinh trong các hỗn hợp cao su tự nhiên và cao su tổng hợp trong keo dán dung môi. Hầu hết vật liệu tái sinh thu được từ lốp ô tô. Than đen thường hạn chế việc ứng dụng các vật liệu tái sinh khi cần một màu khác.

Dán cao su - kim loại được thực hiện chủ yếu nhờ lưu hóa cao su với một kim loại mạ đồng. Rõ ràng là tồn tại một liên kết giữa lưu huỳnh với đồng. Tuy nhiên, điều này thường đòi hỏi thiết bị đắt tiền và kiểm soát nghiêm ngặt quá trình mạ đồng. Thực tế hiện nay đã được thay thế rộng rãi bằng việc dán keo. Để dán cao su - kim loại, keo dán dung môi được sử dụng kết hợp với các chất lót khác.

- *Matit*: Matit là loại keo dán đặc biệt và có thể dựa trên latex hay dung môi. Phẩm chất duy nhất của matit là độ nhớt cực cao. Hầu hết các loại matit đều chứa cao su tự nhiên, SBR vật liệu tái sinh, hay hỗn hợp các thành phần này, thường bổ sung một lượng asphan hay

bitum. Chất tăng dính và chất độn thường được sử dụng rộng rãi với hàm lượng thấp hơn so với keo dán dung môi. Quá trình áp dụng thường sử dụng các phương tiện như dao trộn, bay hay súng áp suất. Matit thường được áp dụng cho cả hai bề mặt được dán. Lớp phủ được làm khô, sau đó liên kết tiếp xúc được hình thành. Matit được sử dụng trong thể tích, chủ yếu là các ứng dụng có độ bền thấp. Chúng có giá thành tương đối rẻ và được sử dụng để dán sàn, gạch lát tường, phủ sàn.

- *Keo dán nhảy áp*: Các keo dán nhảy áp chiếm khoảng 10% tổng số tiêu thụ keo dán trên cơ sở cao su. Ví dụ phổ biến nhất của loại này bao gồm một băng mềm dẻo được phủ có độ dính vĩnh cửu hay một khối dính. Độ dính hay độ bám dính tức thời phải không vượt quá độ bền nội hay sự kết dính của keo dán. Keo dán này có độ bền không cao bởi chúng phải mềm để dính. Chúng cũng nhạy nhiệt độ và có khả năng rã cao hay chảy lạnh. Băng thường sẵn có dưới dạng cuộn có thể tháo ra dễ dàng. Thông thường keo dán phải cho độ bám dính nhanh với chất nền và phải được bóc sạch.

Những ứng dụng thương mại đầu tiên của băng dính “nhảy áp” là trong y tế và băng dính điện ma sát. Chúng được lột vại và không bóc sạch được khỏi bề mặt tiếp xúc.

Một kiểu băng dính nhảy áp đặc trưng bao gồm một khối keo dán, một lớp phủ, lớp lót và một lớp phủ rời. Khối keo dán thường bao gồm cao su tổng hợp hoặc tự nhiên và một lượng tương đương chất tăng dính. Các polyme acrylat cũng được sử dụng có hoặc không có phụ gia. Hầu hết keo dán đều dính ở nhiệt độ phòng và nhiều keo dán được hoạt hóa nhiệt. Một loạt các chất làm mềm, chống oxy hóa, dẻo hóa và tác nhân lưu hóa cũng được thêm vào. Lớp phủ được sử dụng giữa keo dán và lớp lót để đảm bảo độ bám dính tốt giữa hai lớp. Lớp phủ có thể dựa trên các elastome tự nhiên hay tổng hợp và có thể chứa một số chất tăng dính. Tác nhân lưu hóa có thể được sử dụng để lưu hóa lớp phủ với lớp lót hay khối. Lớp lót có thể là giấy crep, lá kim loại, sợi, xenlophan, xenlulo axetat, polyvinyl clorua dẻo hóa hay một số vật liệu mềm dẻo khác. Lớp lót cũng có thể được gia cường với sợi thủy tinh hay các sợi khác. Lớp phủ rời được áp dụng cho mặt lớp lót ở xa khối keo dán. Lớp phủ này có thể dựa trên một trong số nhiều polyme như acrylat, vinyl, dẫn xuất xenlulo. Chức năng của lớp phủ rời là ngăn sự phân lớp khi tháo ra. Sự phân lớp xảy ra khi khối keo dán dính chặt hơn với lớp lót ở trên mà nó quấn vào hơn là với lớp lót mà nó được áp dụng. Trong một số trường hợp, có thể thay thế lớp phủ rời bằng một tấm dùi dễ dàng loại bỏ.

Băng dính y tế là một nhóm băng dính nhảy áp loại đặc biệt. Chúng thường dựa trên cao su tự nhiên với một chất tăng dính và % ZnO tương

đôi cao. Khi ứng dụng cho vải, chúng được xử lý bề mặt với crinolin. Những thay đổi gần đây trong thuốc dán y tế đã sử dụng một loạt các elastome và nhựa tổng hợp, các lớp lót vinyl được đèo hóa cao với các tấm rời giấy hoặc polyetylen.

Các vật liệu nhạy áp có thể được áp dụng cho lớp lót theo một trong ba cách. Dung dịch một khối keo dán, không khác keo dán dung môi, có thể được phun, dao hoặc phủ trực trên một lớp lót riêng. Dung môi sau đó được bay hơi và lớp lót hồ với chiều rộng mong muốn được cuộn lên giấy hay lõi nhựa. Phương pháp thứ hai liên quan đến quá trình cán tráng, nguyên liệu ẩm được đưa vào máy cán tráng trực, giữa trực trên và trực giữa hay trực truyền, cả hai đều được gia nhiệt. Lớp lót được đưa vào giữa trực truyền và trực dưới được làm lạnh. Nguyên liệu có thể trộn hoặc không trộn trước trên hai trục nghiền khác hay trong máy trộn.

Phương pháp thứ ba phủ latex không thông dụng bởi độ dính của các lớp phủ latex thường thấp hơn nhiều so với các hệ keo dán dung môi hay cán tráng. Polyisobutylene thường được thêm vào để tăng độ dính của hệ áp dụng latex. Chất tăng dính thường được sử dụng với tỷ lệ cao hơn so với các hệ ứng dụng dung môi hay cán tráng. Ứng dụng của keo dán nhạy áp rất phong phú. Có trên 200 kiểu keo dán nhạy áp được sử dụng. Đầu ra chủ yếu của keo dán nhạy áp là công nghiệp tự động hóa và thiết bị. Các băng dính phải được che dán vào một số chất nền khác nhau như đồ sứ, thép mạ crom, thép, nhôm, thủy tinh và cao su. Chúng phải giữ được các tấm chắn giấy nặng tại chỗ và chịu được nhiệt độ 60-120°C. Băng dính phải được bóc sạch và không làm mất màu chất nền.

3.1.2. Các phương pháp kiểm tra

- *Độ bền bóc:* Kiểm tra độ bền bóc theo tiêu chuẩn ASTM được sử dụng rộng rãi vì tải trọng bóc là mục tiêu của nhiều sản phẩm: Một bề mặt dán thường mềm dẻo. Một vật liệu thông dụng là vải bạt có khối lượng từ 0,034-0,1g/cm². Bề mặt dán mềm dẻo được bóc ở 180° hay 90° ra khỏi một chất nền cứng như kim loại. Nếu cả hai bề mặt dán mềm dẻo thì góc bóc rất khó xác định. Tốc độ chịu tải, được định nghĩa là tốc độ bóc, thay đổi từ 5-30,5 cm/phút. Độ bền thu được dưới dạng g/cm chiều rộng của phần bóc.

- *Bền kéo đứt:* Kiểm tra độ bền kéo đứt liên quan đến ứng suất chuẩn được áp dụng (vuông góc) cho liên kết giữa hai “nút” kéo căng.

Chiều dày màng có ảnh hưởng đến phép đo. Nói chung màng càng mỏng thì liên kết càng khỏe. Tuy nhiên sử dụng màng keo dán rất mỏng thì thường tạo ra độ bền thấp vì mỗi dán bị mất, không được phủ hoàn toàn bởi keo dán. Độ bền cực đại trở thành một nguyên nhân của việc chuẩn bị bề mặt.

Việc đo độ bám dính của cao su lưu hóa với kim loại cũng sử dụng các nút kéo căng và kiểu tải trọng. Tuy nhiên cao su dày hơn nhiều so với khi kiểm tra keo dán.

- *Trượt do kéo căng*: Kiểm tra độ bền trượt khi kéo căng là một phép thử thông dụng vì dễ chuẩn bị mẫu. Keo dán được tải đến đứt để đánh giá khả năng phân phối tải của nó. Các mẫu gối chồng lên nhau theo hướng của tải song song với liên kết. Các mẫu thường rộng 2,54cm và gối chồng 1,27cm có độ lệch tâm ứng suất khi liên kết chịu tải đến khi đứt do căng. Các bề mặt dán phải chịu một ứng suất biến dạng ở hai đầu liên kết. Tương tự, ứng suất trên keo dán cũng tập trung ở hai đầu. Nếu các bề mặt dán giòn và không mềm dẻo, quá trình gãy thường xảy ra ở cuối liên kết. Ngược lại nếu các bề mặt dán mềm sẽ thu được một tải trọng bóc. Độ bền thay đổi đáng kể theo chiều dày mỗi ghép chồng.
- *Đứt do nén*: Đứt do nén cũng giống như đứt do căng được sử dụng để nghiên cứu khả năng phân phối tải của một keo dán. Nó phụ thuộc tính mềm dẻo của keo dán tới một mức độ nhất định. Chúng cũng có sự tập trung ứng suất như đứt do căng nhưng sử dụng các bề mặt dán dày hơn để tránh sự lệch tâm ứng suất. Trượt do nén đã được nghiên cứu chi tiết, đặc biệt là đối với gỗ.
- *Độ bền va đập*: keo dán được kiểm tra độ bền liên kết nhạy với tốc độ mà tại đó tải trọng được áp dụng. Thử va đập là một trường hợp đặc biệt của tải trọng đứt, trong đó tải trọng được áp dụng nhờ thiết bị kiểm tra con lắc.
- *Độ dính*: Độ dính thường được đo như là ứng suất cần thiết để bề mặt liên kết giữa hai bề mặt tiếp xúc trong một thời gian tương đối ngắn.

3.2. Keo dán cao su tự nhiên và tái sinh

Keo dán cao su tự nhiên và tái sinh được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành kinh tế khác nhau đặc biệt là các keo dán trên cơ sở elastome tổng hợp.

3.2.1. Tính chất đặc trưng

Nhờ tính chất dính của chúng, các keo dán cao su tự nhiên và tái sinh khá đa dạng. Chúng sẵn có dưới dạng dung môi, phân tán nước hay trạng thái nửa rắn như trong trường hợp các chất hàn gắn, hồ hay matit. Quá trình áp dụng có thể được thực hiện nhờ cán, phun, phủ dao, trục lăn, quét hay ngâm.

Trong nhiều ứng dụng, keo tái sinh chiếm ưu thế hơn cao su tự nhiên do chúng có giá thành thấp, dễ dàng ứng dụng, nhanh đạt độ bền và thời gian nở dài. Hơn nữa keo dán tái sinh cho độ bền cao và có khả năng phun thích hợp nhất trong các keo dán trên cơ sở cao su.

3.2.2. Phân loại

Keo dán cao su tự nhiên và tái sinh có thể chia thành: (1) dung môi, (2) latex, (3) phân tán, (4) nửa rắn. Thành phần của mỗi loại tương tự nhau, có nghĩa là vật liệu giống nhau thường được sử dụng để thu được một tính chất đặc biệt như độ dính. Hơn nữa, cho dù phương pháp áp dụng keo dán cho một bề mặt có thể khác nhau, màng khô sau cùng từ mỗi loại đều có các tính chất tương tự nếu các thành phần giống nhau được sử dụng trong quá trình sản xuất.

Trong chế tạo keo dán dung môi hay keo dán nửa hồ, cao su tự nhiên phải được nghiền do cao su tự nhiên có phân tử khối cao, nghiền nhằm cắt mạch để tăng khả năng hoà tan, tránh hiện tượng tạo gel.

3.2.3. Dung môi

Keo dán cao su tự nhiên và tái sinh kiểu dung môi thường được chế tạo nhờ hòa tan nguyên liệu cao su đã nghiền và trộn hợp trong dung môi phù hợp, ví dụ benzen hay xăng. Keo dán này khô nhanh, có thể bắt lửa và chứa các dung môi độc như benzen. Các keo dán này có thể thích hợp với quá trình sản xuất tốc độ cao bởi chúng dễ dàng áp dụng, dính nhanh, khô nhanh, độ bền màu cao, màng đàn hồi tốt và chịu va đập. Các keo dán có thể tạo ra một khoảng độ nhót rộng từ dung dịch loãng tới dạng hồ nhót.

Có một số phương pháp để chế tạo keo dán dung môi cao su tự nhiên hay tái sinh. Trong một qui trình cao su hoặc vật liệu tái sinh trước tiên được làm mềm bởi nghiền. Chất độn, chất màu và tác nhân chế biến được trộn vào và sau đó nguyên liệu hỗn hợp đã làm mềm được đưa vào máy trộn kín. Nhựa thông nghiền hay nhựa được thêm chậm để tránh nứt cao su thành những hạt rời, tại điểm đó vôi tôi được thêm vào nếu có trong công thức, sau đó đun nóng tới khoảng 132°C , giữ 5-10 phút đến khi nhận được độ nhót, tính dính, đặc trưng kết dính mong muốn. Làm lạnh xuống 66°C trước khi thêm dung môi. Quá trình làm lạnh được thực hiện nhờ cho nước lạnh đi qua lớp vỏ xung quanh máy trộn. Dung môi được thêm chậm đến dư sao cho mỗi phần được phân tán hoàn toàn trước khi thêm tiếp. Nếu thêm quá nhanh, keo dán sẽ bị nứt thành các mảnh lớn, làm cho thời gian hòa tan lâu hơn. Thông thường, khi hơn nửa

lượng dung môi được trộn đều, phần còn lại có thể được thêm nhanh để hoàn thành quá trình trộn. Một số dung môi có thể bay hơi trong khi trộn, do đó dung môi bổ sung phải được thêm để bù lượng mất mát và để phục hồi độ nhớt. Cần kiểm tra độ nhớt của hỗn hợp cuối.

Có ba phương pháp khác để chế tạo keo dán, tất cả đều sử dụng máy nghiền. Công nghệ được lựa chọn phụ thuộc vào kiểu sản phẩm tạo thành. Theo phương pháp đầu tiên, sau khi nghiền hay trộn hợp, tất cả các thành phần gồm nhựa, cao su tự nhiên hay tái sinh, chất độn... được thêm vào máy trộn kín và thêm dung môi để thu được độ nhớt và hàm lượng rắn mong muốn. Ngoài ra, cần gia nhiệt để cải thiện khả năng gia công và làm giảm thời gian trộn.

Theo phương pháp thứ hai, keo dán mềm nhiệt cao chứa tác nhân lưu hóa là cần thiết, chất màu, các thành phần cần thiết khác ngoại trừ nhựa làm việc trong giai đoạn trộn hợp. Nguyên liệu sau đó được chuyển vào máy trộn kín, nhựa và dung môi được trộn đến khi thu được độ phân tán cao su đồng nhất trong dung môi. Không có nhiệt tạo ra do phương pháp này trừ nhiệt sinh ra do sự ma sát của cao su.

Theo phương pháp thứ ba, cao su hay vật liệu tái sinh và tất cả các thành phần trừ nhựa làm việc trong máy nghiền cao su hay trong máy trộn. Nhựa được hòa tan riêng trong một máy khuấy chứa dung môi. Vật liệu tái sinh trộn hợp trong bể được chuyển vào máy khuấy và khuấy đều đến độ nhớt keo dán mong muốn. Phương pháp khuấy keo dán trộn lẫn thường cần từ 6-12 giờ để phân tán hoàn toàn cao su trong dung môi, so với 0,5-2 giờ khi sử dụng phương pháp trộn cánh sigma.

Theo các phương pháp trên, thiết bị trộn được sử dụng là máy trộn kín kiểu cánh sigma và máy trộn hai cánh trộn tốt hơn là cắt. Kiểu sử dụng trong công nghiệp keo dán là máy trộn dung tích 379 lít có thể tạo ra một mẻ keo dán cao su tái sinh trong 30 - 60 phút. Tuy nhiên do phải bảo trì và giá thành thiết bị ban đầu khá cao nên có thể thay bằng các máy khuấy và máy trộn rẻ hơn, dung tích lớn hơn, kiểu cánh đơn hay đôi. Một bộ máy trộn dung tích lớn có thể tạo ra bất kỳ thể tích keo dán cao su hay keo dán tái sinh mong muốn nào với giá thành rất thấp.

- Latex: Keo dán latex cao su tự nhiên bao gồm một phân tán keo của các hạt cao su với phân tán của các loại nhựa và chất độn khác nhau.
- Keo dán dung môi chỉ chứa khoảng 12-20% cao su trong khi keo dán latex có chứa tối thiểu 35%. Cao su trong latex không được nghiền dẻo hóa như trong keo dán dung môi do vậy màng tạo thành cứng hơn, bền hơn và có tính chất lão hóa tốt hơn. Tuy nhiên, chất lượng dính không tốt bằng keo dán dung môi.

Keo dán latex có thể được biến tính để tạo ra các tính chất đặc thù tương tự như các tính chất của keo dán dung môi. Tuy nhiên, do dầu, nhựa và chất độn được thêm trực tiếp vào latex làm đông tụ cao su nên chúng phải được thêm vào dưới dạng nhũ tương. Các nhũ tương của nhựa tạo dính như nhựa thông và dẫn xuất của nó có thể được thêm vào để cải thiện độ dính của màng latex. Chất lượng liên kết của màng kiểu này có thể được cải thiện nhờ đun nóng latex trong vài giờ.

Có thể thêm trực tiếp dung môi với nồng độ 10-20% vào latex và khuấy mạnh để thu được một khối keo dán dính tương tự như keo dán dung môi. Latex cũng có thể được thêm vào keo dán dung môi với nồng độ khoảng 20% để cải thiện độ bền của chúng.

Natri silicat và silicagel thường được thêm vào keo dán latex để xúc tiến bám dính trên bề mặt không xốp như ống hay thủy tinh. Tác nhân làm ẩm cải thiện độ ẩm và do đó bám dính lên bề mặt không xốp. Amoniac được thêm vào latex để ổn định mặc dù amoniac dư làm chậm quá trình khô.

- Phân tán cao su tái sinh: Vật liệu tái sinh phân tán có thể trộn hợp với mù cao su tự nhiên hay tổng hợp để tạo ra các tính chất khác biệt và mong muốn cho màng cao su.

Khi chuẩn bị phân tán, cao su tái sinh được dẻo hóa trên máy nghiền cao su hay thiết bị trộn, tại đó chất độn, chất làm mềm, lưu huỳnh và chất xúc tiến được thêm vào. Tiếp theo vật liệu tái sinh, được đưa vào một máy trộn kín kiểu cánh sigma có dung tích từ 379-1893lit. Khi khối cao su được trộn đồng nhất, nhựa hay nhựa thông (nếu cần) được thêm chậm để tránh phân tán cao su thành các hạt rời. Sau đó nước được thêm từng lượng nhỏ đến khi khoảng 10% tổng lượng nước được hấp thụ bởi vật liệu tái sinh. Tại thời điểm này, tác nhân phân tán dạng hồ, lỏng hay dạng rắn được thêm vào từng phần hay tất cả và tiếp tục nhào trộn. Khi phụ gia được thêm toàn bộ vào bể, nước thêm vào nhiều hơn cho đến khi cao su chứa khoảng 20-30% nước. Với quá trình làm việc liên tục, phân tán cao su trong nước được tạo thành khi nước trong phân tán cao su đảo pha. Sự đảo pha này có thể tăng tốc nhờ thêm một lượng nhỏ nước nóng hoặc gia nhiệt khối cao su. Khối lượng nước còn lại cũng được thêm vào để pha loãng phân tán tới độ nhớt mong muốn.

Phân tán cao su khô nhanh được điều chế từ phân tán ancol của cao su trong đó ancol là chất mang chính. Cao su được phân tán nhờ hoạt động của nhựa cánh kiến hay các keo tan trong ancol khác. Bất cứ ancol nào không phải là dung môi cho cao su đều có thể sử dụng. Phương pháp phân tán tương tự như phương pháp đã được mô tả cho cao su tái sinh trong nước. Các tác nhân trộn hợp và lưu hóa khác có thể được thêm vào để làm cho phân tán phù hợp với các ứng dụng đặc biệt.

Các kiểu phân tán vật liệu tái sinh được đặc trưng bởi hàm lượng rắn, độ nhớt theo centipoise, pH, cỡ hạt, khối lượng/ lít, % tro, độ bền kéo căng của màng khô và tốc độ phát triển độ bám dính. Các thành phần trộn hợp quan trọng trong điều chế phân tán là chất nhũ hóa, chất độn, chất làm mềm và chất dẻo hóa, chất tăng dính, lưu huỳnh, chất xúc tiến, chất chống lão hóa, chất ổn định, chất bảo quản, chất khử và chất làm đặc.

Khi nước bay hơi từ phân tán asphan vật liệu tái sinh, keo dán này cho màng nhạy áp có độ dính cao. Tác dụng áp lực nhẹ làm cho màng dính chặt vào bề mặt kim loại nhẵn bóng hơn nữa chúng có độ bền cao với sự phân tán lại trong nước.

Khi chuẩn bị một phân tán asphan - cao su tái sinh, vật liệu tái sinh trước tiên được làm việc trong máy nghiền để tăng tính dẻo, có thể tiến hành trên một máy nghiền cao su trong khoảng 10-15 phút. Vật liệu tái sinh làm mềm sau đó được để trong một máy trộn kín. Cao su làm việc trong máy trộn tới khi thu được một khối mịn và nhựa được thêm chậm. Mỗi lần thêm, nhựa phải được kết hợp đều trước khi thêm tiếp. Trong khi vận hành, khối cao su cần gia nhiệt để giữ cho mịn và đủ linh động. Sau khi nhựa nóng chảy nó được phân bố đồng bộ trong cao su, tại thời điểm đó chất nhũ hóa được thêm vào tất cả một lúc nếu cần.

Sau khi thêm, hỗn hợp cao su phải được giảm xuống nhiệt độ dưới 68°C nhờ thêm nước lạnh và đá nếu cần. Phân tán tốt nhất thu được ở nhiệt độ từ $60-67^{\circ}\text{C}$, tỷ lệ nước và đá được điều chỉnh để đạt được sự giảm nhiệt độ này mà không phải thêm nước dư và cũng không vượt quá hàm lượng nước tối ưu lớn nhất trước khi đảo pha. Nếu quá trình này không được theo sát thì bề keo dán có thể bị phá hủy.

Sau khi thêm toàn bộ nước lạnh vào hỗn hợp cao su, dung dịch kiểm được thêm vào chậm, phân tán trong khối vật liệu tái sinh, sau đó nước bổ sung được thêm vào khá nhanh.

Trước khi thêm kiểm, cao su ở pha liên tục và nước là pha phân tán. Sau khi thêm kiểm vào thì sự đảo pha diễn ra và nước trở thành pha liên tục của nhũ tương. Sau đó, asphan (được gọi trong đơn pha chế) có thể được thêm nhanh đến khi các thành phần được trộn đều. Huyền phù đất sét bây giờ có thể thêm vào nhanh. Sau đó nước còn lại được thêm vào để thu được nhũ tương với hàm lượng rắn đặc trưng hay độ nhớt mong muốn. Khi bề đã được pha loãng tới độ nhớt mà nhũ tương có thể bơm, nó được đổ từ máy trộn, phân loại và bơm trực tiếp vào bể dự trữ hay khoang chứa. ở đây, nhiều bể được tích lũy và chất ổn định, chất làm đặc được thêm vào khi cần để thu được hàm lượng rắn cuối cùng và độ nhớt yêu cầu.

Tỷ lệ asphan cao hơn có thể được sử dụng và hàm lượng nhựa có thể giảm trong khi vẫn duy trì đủ độ dính trong màng khô sau cùng của keo dán. Nhờ thay đổi tỷ lệ asphan, cao su, sét và nhựa, lượng nhựa có thể giảm đáng kể và có thể bỏ qua trong khi vẫn duy trì tính dính thuận lợi.

Tỷ lệ asphan : cao su có thể thay đổi, tuy nhiên nếu tỷ lệ asphan : cao su tăng, sản phẩm thu được có thể có ít ứng dụng hơn keo dán vì màng khô cuối cùng có độ bền kết dính và chịu nhiệt kém hơn. Thời gian dính có thể được điều chỉnh nhờ loại và lượng vật liệu tái sinh cũng như nhựa được sử dụng.

- *Các sản phẩm nửa rắn:* Có hai loại vật liệu keo dán nửa rắn liên quan đến cao su tự nhiên và tái sinh: Một số băng dính và toàn bộ các chất hàn gắn hay matit.
- *Băng dính:* Băng dính gồm hai phần: (1) vật liệu lót, vải, màng nhựa và (2) keo dán, cao su, nhựa và chất độn. Có hai phương pháp chính để chế tạo keo dán cho băng dính: (1) phân tán cao su và các thành phần khác trong dung môi thích hợp, và (2) trộn toàn bộ các thành phần ở trạng thái khô trong máy nghiền. Dung dịch đầu tiên được áp dụng nhờ quá trình phủ (phun từ dung dịch) và phương pháp thứ hai là cán ở nhiệt độ cao trên một vật liệu lót.

Quá trình trộn thay đổi tùy theo nhà sản xuất. Thường cao su được tạo gel trong một dung môi để tạo thành khối nhót sau đó các thành phần hỗn hợp được thêm vào như nhựa, chất độn, chất chống lão hóa, chất làm mềm... Theo một phương pháp đặc biệt, cao su và một phần dung môi được trộn cùng nhau trong 1-2 giờ đến khi đồng thể. Sau đó chất dẻo hóa, chất độn, nhựa, chất chống lão hóa và được phẩm (nếu sử dụng) được thêm vào ở trạng thái khô. Để đảm bảo phân tán hoàn toàn, tốt nhất là trộn chất độn với chất làm mềm như mỡ cừu trước khi thêm chúng vào cao su sau đó pha loãng tới độ nhót mong muốn. Trong một phương pháp khác, các thành phần khác được thêm vào trước tiên, sau đó cao su và dung môi được thêm vào sau.

Nhiều keo dán dùng trong y tế được chế tạo và sử dụng ở trạng thái khô không dung môi. Cao su được đưa vào máy nghiền cao su và các thành phần khác được thêm dần và trộn đều. Thứ tự trộn là: cao su, chất chống lão hóa, nhựa, chất làm mềm và chất độn. Trong trường hợp này nhiệt độ cao là cần thiết để làm mềm cao su và nhựa giúp trộn tốt, vì vậy một số quá trình oxy hóa và bề gãy cao su thường xảy ra. Chất chống lão hóa do đó được thêm trước tiên để ngăn chặn sự oxy hóa quá mức. Ý kiến chung của các nhà sản xuất keo dán là các tính chất lão hóa tốt hơn có thể thu được nhờ phương pháp dung dịch. Trong trường hợp đó cao su trước tiên phải được nghiền dẻo hóa và kiểm soát giai đoạn này là rất quan trọng. Trong quá trình làm khô, mức độ nghiền dẻo hóa cao hơn

diễn ra, do đó kiểm soát sự bẻ gãy ban đầu là quan trọng hơn. Lượng cần nghiền sẽ phụ thuộc tính chất yêu cầu, chất lượng và kiểu cao su sử dụng, nhiệt độ gia công.

Một khối băng dính bao gồm chủ yếu là cao su, nhựa, sáp, chất độn, chất bôi trơn và chống lão hóa có công thức điển hình như sau:

Thành phần	%
Cao su	100
Nhựa	50-150
Chất độn	50-150
Chất bôi trơn	5-20
Sáp	5-10
Chất chống lão hóa	1-3

Tinh bột được thêm vào sẽ hấp phụ nước từ các thành phần và ngăn chặn sự nhuộm màu của chất độn; hơn nữa nó có xu hướng làm mất tác dụng các tính chất trượt của chất bôi trơn. Nó thường được sử dụng trong các băng keo y tế, nơi mà chất bôi trơn phổ biến nhất là mỡ cừu.

Nhựa thường được sử dụng cho mục đích y học là nhựa thông biến tính. Một số tecpen có thể được sử dụng cho các ứng dụng công nghiệp. Chất độn thường là CaCO_3 hay ZnO . ZnO được sử dụng cho băng dính y học vì nó được cho là có tính chất khử trùng. ZnO cũng có xu hướng kết hợp với nhựa để tạo ra một keo dán có độ bền cao.

- *Các chất hàn gắn và matit:* Các chất hàn gắn và matit hiệu quả khi ở dạng lỏng có độ nhớt cao và ở dạng khối như keo với hình dạng đặc trưng. Chúng chủ yếu là phân tán của vật liệu tái sinh trong dung môi béo như xăng không chì và naphta dầu mỏ; tuy nhiên một vài dạng của chúng là phân tán cao su và asphan trong một chất không dung môi như nước và ancol. Trong các chất hàn gắn và matit, tỷ lệ dung môi hay nước so với cao su có thể trong khoảng 1:3 hay 1:4. Không giống như keo dán, chất hàn gắn không cung cấp độ bền cho liên kết nhưng chúng hàn gắn các khe hở và lỗ thủng cũng như giảm tiếng ồn và rung.

Quá trình chế tạo chất hàn gắn hay matit kiểu dung môi của cao su tái sinh tương tự như đã được mô tả cho keo dán dung môi tái sinh tuy nhiên lượng dung môi bị giới hạn để thu được độ nhớt và hàm lượng rắn thích hợp đối với các hợp chất nửa rắn này. Nếu cần, khối keo dán có thể được loại bỏ khỏi máy trộn trước khi thêm dung môi và được áp dụng bằng cách phủ ma sát trên lớp lót. Chất hàn gắn khối có thể được điều chế tương tự nhờ loại bỏ khối cao su trộn hợp khối máy trộn trước khi thêm dung môi và ép nó thành dạng dải có hình dạng đặc biệt.

Các chất hàn gắn và matit cũng có thể được chế tạo từ phân tán nước của cao su tái sinh hay latex. Chất hàn gắn và matit có thể trộn hợp với các thành phần như đối với keo dán. Tuy nhiên hàm lượng chất độn thường khá cao, được chỉ ra bởi hàm lượng tro khoảng 30-40%. Nếu cần sản phẩm đông rắn chặt hơn, tác nhân đông rắn có thể được thêm vào. Quá trình phân tán không làm thay đổi khả năng đông rắn sản phẩm bởi bất kỳ phương pháp lưu hóa nóng hay lạnh nào.

Các keo dán và matit lát tái sinh được sử dụng cho nhiều ứng dụng có ích khác. Chúng gồm hai chức năng chính: (1) đông các khe hở và lỗ thủng, chống thấm bụi, nước và khói; (2) cung cấp một lớp chắn chịu rung và va đập giữa các bề mặt giống và khác nhau. Hoạt động dưới nhiệt độ rất cao, độ ẩm và môi trường ăn mòn, chúng có thể được áp dụng nhờ phun, trát hay quét. Các chất hàn gắn và matit được dùng cho:

- (1) Hàn gắn mối ghép trong các chi tiết tự động.
- (2) Dán các tấm lát cao su.
- (3) Gắn vải lát sàn với gỗ, thép hay sàn bê tông.
- (4) Làm bóng đường sắt, ô tô, xe tải và xe buýt.
- (5) Hàn gắn khung cửa sổ.
- (6) Hàn gắn liên kết trong các gờ đá.
- (7) Hàn gắn các ngói kim loại tráng men.
- (8) Hàn gắn các bể trong xây dựng.
- (9) Chống thấm, xâm.
- (10) Cung cấp lớp phủ bảo vệ và cách âm trên các tấm kim loại.
- (11) Dán xốp polystyren và các vật liệu tương tự.
- (12) Dán vào các bề mặt cứng, xốp và không xốp.
- (13) Dán kim loại với gỗ, bê tông, kim loại và các bề mặt cứng khô khác.

Ưu điểm của matit tái sinh là:

- (1) Làm khô nhanh hơn matit thường.
- (2) Trở nên cứng co nhẹ nhưng không giòn và không cứng quá.
- (3) Chống lại ảnh hưởng rung, giãn nở và co ngót.
- (4) Bền với hơi ăn mòn và phun muối nhưng bị ảnh hưởng bởi axit oxi hóa mạnh.
- (5) Duy trì liên kết dính chặt ngoài không khí.
- (6) Cho độ bám dính tốt với gỗ, thủy tinh hay thép.
- (7) Sẵn có với nhiều màu.

3.3. Cao su butyl và isobutylene

Cao su butyl và polyisobutylene là các polyme elastome được sử dụng rộng rãi như keo dán hay elastome trong keo dán. Khác nhau giữa chúng ở chỗ cao su butyl là copolyme của isobutylene với một lượng tối thiểu isopren, trong đó polyisobutylene là một homopolyme.

- *Lựa chọn polyme:* Khi keo dán hay các sản phẩm sản xuất hoàn thiện được đóng rắn hay lưu hóa, cao su phải được sử dụng do polyisobutylene không thể đóng rắn. Polyisobutylene có thể bao gồm thành phần butyl được đóng rắn để cung cấp độ bền dính và hoạt động như một chất pha loãng trong quá trình đóng rắn.

Độ bền ozon và axit của cao su butyl giảm khi tăng tỷ lệ chưa bão hòa, trong khi đó tốc độ đóng rắn, độ bền dung môi, chất béo và khả năng chịu nhiệt tăng. Tính chất này liên quan tới mức độ tạo lưới đạt được trong khi đóng rắn, tất cả các loại cao su butyl đều là các loại chưa bão hòa thấp, với các mục đích thực tế, chúng tương đương với các thành phần không được đóng rắn.

Lựa chọn loại polyisobutylene phụ thuộc thiết bị có sẵn và cân bằng mong muốn giữa độ dính và độ bền kết dính. Như với các vật liệu dạng cao su khác, các hợp phần trọng lượng phân tử thấp hơn cung cấp độ dính và độ giữ nhanh trong khi đó hợp phần trọng lượng cao hơn cung cấp độ bền chất nền và độ bền kết dính.

Cả cao su butyl và polyisobutylene từ lâu đã được sử dụng như các thành phần keo cao su và keo dán, chất hàn gắn và trong giấy bọc dùng để đóng gói thực phẩm. Thêm cao su butyl hay polyisobutylene vào sáp và polyetylen được sử dụng để phủ giấy làm tăng độ mềm dẻo, đặc biệt ở nhiệt độ thấp, tăng độ bền hàn gắn, giảm độ thấm ẩm và khí là các tính chất quan trọng trong đóng gói thực phẩm. Loại không nhuộm màu được ưa chuộng hơn các loại ổn định của butyl đối với các ứng dụng đó.

- *Trộn hợp:* Latex butyl và các loại phân tử khối thấp hơn của polyisobutylene có thể được trộn hợp trong các máy trộn hay bể công suất lớn truyền thống. Các thiết bị phù hợp cho cao su khô là máy nghiền hai trục hay máy trộn khí trộn khô butyl và các loại trọng lượng phân tử cao của polyisobutylene. Chất màu, chất độn, chất tăng dính và nhựa được kết hợp tốt nhất trên máy nghiền hay máy trộn ở nhiệt độ 138-160°C, tác nhân tạo lưới được thêm vào sau cùng, trên máy nghiền lạnh. Hỗn hợp sau đó được hòa tan trong dung môi trong bể cao su hay máy trộn công suất lớn. Để tạo dung dịch thuận lợi, diện tích bề mặt của polyme trộn hợp phải tăng cao nhất có thể nhờ cắt vụn. Polyisobutylene có phân tử khối cao đặc biệt hòa tan chậm và phải được cắt hoặc kết hợp với lượng dư dung môi trên máy nghiền

lạnh. Khuấy mạnh cao su butyl hay keo dán polyisobutylen thường tạo bọt khí. Do cấu trúc phân tử nên polyisobutylen tương đối chậm nhả dung môi hay bọt khí do chúng ít thấm khí. Nhiệt độ nghiền sẽ làm giảm độ nhớt của keo dán butyl và polyisobutylen, tạo điều kiện cho quá trình thoát bọt khí.

- *Chất tăng dính và chất dẻo hóa:* Cao su butyl và polyisobutylen có độ bám dính tốt hơn so với các elastome khác có phân tử khối tương đương. Các chất tăng dính thường được sử dụng gồm: nhựa biến tính với phenol focmandehyt, nhựa thông este hóa, nhựa thông hydro hóa.

Dầu chế biến parafin sẽ làm dính và dẻo hóa cả thành phần butyl và polyisobutylen. Đôi khi chúng được kết hợp để hoạt động như dầu bôi trơn bên trong, tạo thuận lợi khi trộn hợp.

Thành phần butyl có thể liên kết mạnh với kim loại nhờ sử dụng tác nhân liên kết thông dụng (thường là dẫn xuất cao su halogen hóa hay nhựa polyme) và sau đó lưu hóa dưới áp suất. Kim loại trước tiên phải được chuẩn bị cẩn thận bởi các nhà cung cấp tác nhân liên kết. Thông thường quá trình này bao gồm tẩy dầu mỡ, thổi phun với cát mịn và cuối cùng làm sạch hóa học hay hoạt hóa bằng các tác nhân như axit photphoric hay axit cromic. Bám dính là sự liên kết hóa học và không phụ thuộc độ thô của bề mặt; do đó làm sạch với bột mài thô thường không được sử dụng.

- *Dung môi và dung dịch:* Cao su butyl và polyisobutylen tan trong hydrocacbon và các dung môi clo hóa nhưng thường không tan trong ancol, este, xeton và các dung môi oxi hóa trọng lượng phân tử thấp khác. Dung môi parafinic dễ bay hơi như hexan, heptan, naphta và cacbon tetraclorea thường được sử dụng trong keo dán. Xyclohexan và các dung môi clo hóa cho dung dịch có độ nhớt cao hơn (ở cùng hàm lượng rắn) so với các dung môi parafin và dung môi thơm thông thường.

Sự có mặt lượng tối thiểu chất ổn định và stearat kim loại trong butyl và polyisobutylen đã được đề cập. Keo tinh khiết do đó có thể xuất hiện lớp hay vẩn đục nhẹ thậm chí khi polyme được hòa tan hoàn toàn. Quá trình lắng có thể tránh được hay làm chậm lại nhờ các dung dịch có độ nhớt cao hơn như với cacbon tetra clorua.

Các dung dịch cacbon tetra clorua của loại cao su butyl đặc biệt đôi khi tạo ra một màu xanh - nâu khi tiếp xúc với ánh sáng do tạo thành phức có màu với chất ổn định trong polyme. Sự tạo màu có thể tránh được nhờ sử dụng loại không nhuộm màu hay tránh tiếp xúc ánh sáng nhờ bao gói keo dán trong hộp hay thủy tinh sẫm màu.

Để tạo thuận lợi cho các dung môi thoát ra và tránh độ xốp, keo dán nên được áp dụng ở dạng lớp phủ mỏng với quá trình làm khô đủ giữa các lớp phủ khi ứng dụng cần độ dày.

Hàm lượng rắn tối ưu của keo dán áp dụng bởi các phương pháp khác nhau thay đổi rất lớn, phụ thuộc độ nhớt trong các dung môi khác nhau, hàm lượng chất độn... Nói chung, keo dán cao su butyl và polyisobutylene được áp dụng bằng cách phun có chứa 5-10% chất rắn, đối với phương pháp ngâm 10-30%; phủ 25-55% và ứng dụng bằng cách kẹp hay dao trộn 50-70%.

- *Hệ đóng rắn:* Hai kiểu tạo lưới cơ bản được quan tâm đối với keo dán butyl là tác nhân đóng rắn trên cơ sở lưu huỳnh và các hợp chất lưu huỳnh.

Hệ đóng rắn lưu huỳnh đối với butyl thường bao gồm lưu huỳnh nguyên tố, thiuram, chất xúc tiến đithio cacbamat, các chất hoạt hóa thiazol hay thiazyl disulfua và ZnO. Kẽm hay các oxit kim loại khác cải thiện tính chất vật lý của sản phẩm lưu hóa thu được.

Các hệ đóng rắn lưu huỳnh này tương tự như các hệ được sử dụng để đóng rắn cao su tự nhiên và SBR. Mặc dù cao su butyl tương đối “chưa bão hòa” so với polyisobutylene: 0,5-2,5% chưa bão hòa của nó vẫn ít hơn nhiều so với 100% chưa bão hòa của cao su tự nhiên hay 60-80% chưa bão hòa của SBR. Sự khác biệt tương đối nhỏ tính chưa bão hòa giữa các loại butyl là đáng kể khi chú ý tới đóng rắn lưu huỳnh. Tốc độ đóng rắn và số liên kết ngang đạt được tăng khi tăng tính chưa bão hòa của polyme trong khi độ bền hóa học và bền ozon giảm. Để đạt được độ bền nhiệt lớn nhất thì cần một hệ tạo lưới cao. Với đóng rắn lưu huỳnh, độ bền nhiệt lớn nhất thu được nhờ sử dụng hầu hết các loại butyl chưa bão hòa, giới hạn lượng lưu huỳnh để giảm thiểu lượng dư không cung cấp mạng lưới và bao gồm cả lượng ZnO để kết hợp với hydroxisulfua tạo thành trong phản ứng lưu hóa.

Đóng rắn quinoid phụ thuộc sự tạo lưới qua nhóm nitroso của hợp chất nitroso thơm. Một hệ thường được sử dụng là p-quinon dioxim (GMP) và một tác nhân ôxi hóa như PbO; chì oxit đỏ (Pb₃O₄) hay benzothiazyl disulfua. Thực tế chất tạo lưới thường được coi là sản phẩm ôxi hóa của quinon dioxime, p-dinitroso benzen. Este benzoic axit của p-quinon dioxime, dibenzoyl-p-quinon dioxime (“dibenzo GMP”) kém hoạt động do đó dễ dàng điều chỉnh khi đóng rắn ở nhiệt độ cao. Cần phải nói rằng các hợp chất dinitroso được đưa vào tốt hơn là được tạo thành bởi ôxi hóa quinon dioxime, cũng là tác nhân tạo lưới hoạt động cho butyl. Các hợp chất có sẵn trong thương mại bao gồm p-dinitroso benzen (“Polyac”) và N-metyl, 4-dinitroso anilin trên nền đất sét.

Đông rắn quinoit rất nhanh và tạo ra một cấu trúc liên kết ngang chặt có độ bền cao với ozon, nhiệt và hóa chất hay tấn công của môi trường. Các sản phẩm màu tối được tạo thành trong phản ứng, quá trình đông rắn này không thể sử dụng để làm trắng hay tạo sản phẩm sáng màu. Sự khác nhau về mức độ không no của polyme trong số các loại butyl có ảnh hưởng rất ít tới tốc độ đông rắn với quinoit.

Đông rắn quinoit là mối quan tâm lớn để lập công thức keo dán vì sự kết hợp cần thiết của dioxime và tác nhân oxi hóa cho phép lập công thức keo dán hai thành phần đông rắn ở nhiệt độ phòng hoặc cao hơn một chút. Một phần keo dán có chứa dioxime, phần khác chứa chất oxi hóa và các phần chỉ được trộn lẫn trước khi sử dụng.

Công thức: Cao su butyl và polyisobutylen có thể được lập công thức để thỏa mãn rộng rãi những ứng dụng khác nhau của keo dán. Trong hầu hết các trường hợp, sự thay đổi duy nhất là bổ sung chất tăng dính để tăng độ dính và dung môi để cho phép áp dụng keo dán.

Một số công thức sau đã được lựa chọn cho những ứng dụng khác nhau và để minh họa một số gợi ý trộn hợp đã đưa ra trước đây. Một số thành phần trộn hợp được sử dụng khi lập công thức được viết tên thương mại.

Công thức 1 là thành phần đơn giản nhất có thể: polyme cộng dung môi để có thể áp dụng polyme cho một chất nền. Cả loại polyme hay bản chất và lượng dung môi đều quan trọng. Độ dính của keo dán này có thể tăng nhờ thêm nhựa tăng dính, keo dán có thể được làm mềm nhờ thêm dầu parafin.

Công thức 1 (keo dán giấy, ứng dụng trong nhà, văn phòng, trường học).

Cao su butyl	900
Parafin	100
Dung môi (naphta hay dung môi clo hóa)	900

Công thức 2A và 2B là các keo dán nhạy áp được sử dụng cho băng dính tẩm chấn giấy, băng dính ma sát... Công thức 2A chủ yếu là công thức 1 có thêm các chất tăng dính và chất dẻo hóa. Công thức 2B minh họa kỹ thuật làm sệt butyl với "Polyac" và sau đó trộn hợp với các chất độn.

Công thức 2. Keo dán nhạy áp (băng dính chấn giấy và ma sát...)

A		B	
Polyisobutylen	100	Butyl	100
Nhựa thông phenol focmandehyt	45	"Polyac"	0,7

Nhựa thông pentaerythal hóa	45	ZnO	50
Dầu chế biến parafinic làm thành 15% rắn trong naphta	50	Nhôm hydrat hóa	50
		Nhựa thông hydro hóa	70
		Dầu chế biến parafinic làm thành 20-40% rắn trong naphta	40

Công thức 3 là một đơn cũ cho băng dính, tương tự công thức 2B nhưng dựa trên polyisobutylen nhiều hơn butyl.

Công thức 4 là một thành phần màu đen được cân trên màng vinyl để sử dụng như một băng dính nhạy áp công nghiệp. Băng dính đặc biệt này đã được sử dụng để phủ các ống đi ngầm trong đất và do đó có chứa Cu_2O như một loại thuốc diệt nấm.

Công thức 3		Công thức 4	
Keo dán dung môi cho băng dính y tế		Matit cho băng vinyl nhạy áp. (Để cân lên màng lót vinyl không xử lý)	
Polyisobutylen	100	Cao su butyl	100
ZnO	50	Muội than	90
Nhôm hydrat hóa	50	Chất làm trắng	20
Dầu trắng	50	"Pentalyn" K	3
Nhựa thông biến tính	70	Nhựa thông biến tính	7
Dung môi naphthan hay heptan	600	Đồng (I) oxit (Cu_2O)	2

3.4. Keo dán trên cơ sở cao su nitrin

Cao su nitrin là các copolyme giống cao su của các nitrin không no với dien. Cao su nitrin thương mại là các copolyme chính của butadien và acrylonitrin. Độ bền và tính chất keo dán của các copolyme này tăng khi tăng hàm lượng nitrin. Cao su nitrin tương hợp với nhựa phenol focmandehyt, resorcinol - focmandehyt, nhựa vinylclorua, nhựa ankyt, nhựa coumaron - inden, cao su clo hóa, nhựa thông hydro hóa, nhựa đường gốc than, epoxy và các nhựa khác, tạo thành các thành phần có thể đóng rắn và cung cấp các keo dán tốt có độ bền cao, bền dầu và đàn hồi tốt. Chúng ưu việt hơn polycloropren ở khả năng tương hợp với nhựa. Keo dán cao su nitrin được áp dụng dưới dạng latex, keo dán, matit và băng dính. Chúng nổi bật ở khả năng tự làm bền và các tính chất ở nhiệt độ cao. Cao su nitrin được sử dụng để dán bản thân cao su nitrin đóng rắn và không đóng rắn với nhau và với vinyl, polycloropren và các elastome khác. Chúng được sử dụng để phủ vải nhằm cung cấp độ bền dầu, độ bền mặc và để dán các vinyl và elastome với vải.

Khi trộn hợp với nhựa phenolic chúng được sử dụng để:

- 1) Dát mỏng nhôm và thép không gỉ.
- 2) Cán sản xuất nhiều cấu trúc máy bay.
- 3) Dán các hạt mài với kim loại.
- 4) Dán lớp vải lót với giấy.
- 5) Sản xuất các panel để thiết kế rèm tường.
- 6) Dán kim loại với vật liệu cao su nitrin, màng polyvinyl clorua, da, gỗ và các bề mặt khác.
- 7) Dát mỏng da.
- 8) Gắn đế trong sản xuất giày.
- 9) Dán nút, bìa cứng, bìa da, bìa sợi, giấy, nitroxenlulo, xenluloaxetat, nylon và các màng polyme khác với bản thân chúng và với các vật liệu khác.

Tuy nhiên, trộn hợp cao su nitrin - nhựa phenolic có độ bám dính thấp với cao su tự nhiên, cao su butyl và polyetylen trừ khi các bề mặt này được xử lý để làm chúng hoạt động, ví dụ sự đóng vòng. Cao su nitrin có độ tương hợp tuyệt vời như keo dán với các bề mặt phân cực như sợi, vải dệt, giấy và gỗ. Vì vậy keo dán cao su nitrin có thể được sử dụng để dán nhiều bề mặt và các loại vật liệu khác nhau.

3.4.1. Ứng dụng

3.4.1.1. Tổng hợp và tính chất của cao su nitrin

Cao su nitrin (NBR), là copolyme với 20-50% acrylonitrin, được nghiên cứu cho một mục đích chính là cao su chịu dầu. Sự có mặt các nhóm nitrin có cực ($C\equiv N$) làm tăng khả năng chịu dầu, nhiên liệu và dung môi, cao hơn so với polycloropren (CR). Độ bền nhiệt rất tốt và khả năng chịu ma sát cao. Giá thành trung bình, tuy nhiên, khả năng chịu thời tiết và ozon không cao, tính dẻo ở nhiệt độ thấp rất hạn chế trong một số cấp độ. Vì tính chất có cực, NBR thể hiện sự mất điện môi cao.

Các ứng dụng bao gồm làm ống dẫn dầu và nhiên liệu, chất gắn hay chất đệm, dây đai chở hàng, in lăn và in đóng băng phết hồ.

Đưa 2-10% nhóm cacboxyl ($COOH$) vào cao su nitrin làm tăng khả năng chống ozon và tính dẻo nhiệt độ thấp cũng như khả năng chịu ma sát của cao su nitrin cacboxylat hóa (COX-NBR).

Cao su nitrin và polyvinyl clorua (PVC) tạo thành một trong số ít các cặp riêng biệt, có thể trộn lẫn vì vậy polyme có thể tạo ra các hỗn hợp

lượng tính hay đa hợp kim. Điều này được quy cho bản chất có cực của chúng. Đưa khoảng 30% PVC vào làm tăng đáng kể khả năng chịu ozon của cao su nitrin và xử lý hỗn hợp dễ dàng, khả năng chịu lửa cũng tăng vì sự có mặt của nguyên tử clo. Hỗn hợp A (NBR/PVC/ 50/50) với khoảng 15% chất dẻo hóa xử lý như chất nhiệt dẻo và có thể được xem là elastome nhiệt dẻo.

3.4.1.2. Keo dán cao su nitrin

- *Sự lựa chọn polyme và độ tan:* Cao su nitrin thương mại được sử dụng trong tổng hợp keo dán được chia thành hai nhóm chính: một nhóm cần nghiền trước để tổng hợp keo dán còn một nhóm thì không. Nghiền trên trục nghiền lạnh có thể là phương pháp hiệu quả nhất để bẻ gãy cao su nitrin và làm cho chúng dễ tan. Cao su nitrin và các nguyên liệu trộn hợp của chúng dùng cho keo dán có thể đưa vào dung dịch ngay sau khi nghiền do độ tan mất dần theo thời gian. Cao su nitrin tan trực tiếp và không cần nghiền để tổng hợp keo dán sẽ thu được keo dán có độ nhớt thấp hơn khi chúng được nghiền.

Các dung môi thường sử dụng với cao su nitrin là axeton, metyl etyl xeton, cloroform, etylen diclorua, etyl axetat và tricloetyl khi cần bay hơi nhanh và các dung môi bay hơi chậm hơn bao gồm: nitro metan, nitro etan, nitropropan, diclopenten, clorobenzen, clorotoluen, dioxan, metyl isobutyl xeton, butyl axetat và metylcloroform.

Các dung môi hiệu quả nhất là xeton, nitroparafin, các dung môi hydro cacbon clo hóa. Nitroparafin có xu hướng làm chậm sự tạo gel trong hỗn hợp dung môi. 1-cloro-1 nitro propan có hiệu quả như chất làm bền. Sự lựa chọn dung môi cuối cùng cho keo dán cao su nitrin sẽ được xác định, ngoài những dung môi hoạt động hiệu quả, bởi các yếu tố như giá thành, độ độc, mùi, tính bắt lửa và tốc độ bay hơi mong muốn. Một vài hỗn hợp dung môi được khuyến sử dụng với cao su nitrin để đạt được cân bằng mong muốn về giá thành, tốc độ bay hơi và dung môi hoạt động tốt được đưa ra trong bảng 3.2.

Các keo dán có 20-35% tổng rắn của cao su nitrin dễ dàng thu được trong các dung môi metyl etyl xeton và dung môi clo hóa. Tổng rắn cao tới 50% thu được trong các dung môi nitroparafin. Nói chung, keo dán cao su nitrin khá bền. Điều này đúng thậm chí với các keo dán trộn hợp khi chất xúc tiến được bỏ qua. Keo dán cao su nitrin có tính tự ổn định tốt hơn nhiều so với các keo dán cao su tổng hợp khác.

Bảng 3.2. Hỗn hợp dung môi cho keo dán cao su nitrin

Hỗn hợp 2 cấu tử	(%)	Hỗn hợp 3 cấu tử
Nitroetan hay nitrometan Benzen, toluen hay xylen	10-30 ^a 90-70	1. Clotoluen Nitroetan Benzen
Etylen diclorua Benzen, toluen hay xylen	10-30 90-70	2. Etylen diclorua Clobenzen Metyletyl xeton
Clotoluen hay clobenzen Benzen, toluen hay xylen	10-30 90-70	3. Butyl axetat Clobenzen Axeton
Clobenzen Metyletyl xeton	10-30 90-70	4. Etylen diclorua Toluen Benzen
Nitroetan Metyletyl xeton	10-30 90-70	5. 1-Nitropropan Axeton Benzen
Clotoluen Điisopropyl xeton	10-30 90-70	

^a tính theo % thể tích.

Để làm tăng độ nhớt của dung dịch cao su nitrin, các copolyme của acrylic hoặc cacboxyl methyl xenlulo thường được sử dụng.

- *Hỗn hợp keo dán cao su nitrin:* Cao su nitrin có thể trộn hợp cho nhiều ứng dụng keo dán và được ưu chuộng ở những nơi mà độ bền dầu là yếu tố quan trọng cơ bản. Liên quan đến quá trình nghiền và chế biến polyme, cần tham khảo sách của các nhà cung cấp cao su nitrin.
- *Tính tự bám dính của nguyên liệu cao su nitrin:* Sử dụng một dung dịch keo dán của nguyên liệu cao su tự chúng cũng là một keo dán tuyệt vời và thường được ưa chuộng. Chất tăng dính và xúc tiến thường được thêm vào. Chất xúc tiến có thể tương tự như loại được sử dụng trong nguyên liệu được dán. Nhiều loại nhựa, đặc biệt là nhựa phenolic đã được sử dụng để cải thiện độ dính của keo dán cao su nitrin không đóng rắn. Hàm lượng nitrin của cao su nitrin càng cao thì tính tương hợp với nhựa phenolic càng lớn.
- *Keo dán độ bền cao, bền dầu, đàn hồi:* được tổng hợp từ cao su nitrin nhờ biến tính với nhựa và các cao su khác. Nhựa phenol focmandehyt được sử dụng rộng rãi cho mục đích này. Nhựa resorcinol focmandehyt, nhựa polyvinyl clorua và nhựa ankylt cũng

được sử dụng. Nhựa thông hydro hóa và dẫn xuất của nó, nhựa đường gốc than và nhựa cumaron là các tác nhân tăng dính có ích. Cao su clo hóa cũng được sử dụng để cải thiện độ dính, độ bền và độ bám dính với các vật liệu khác nhau bao gồm cả kim loại.

- *Các tác nhân đông rắn:* được sử dụng với cao su nitrin khi cần keo dán có độ bền cao và đặc biệt bền ở nhiệt độ cao. Các hệ lưu hóa với cao su nitrin cho các sản phẩm đúc có thể được sử dụng. Trong đó lưu huỳnh với benzothiazyl disulfua và ZnO là một hệ thông dụng. Khi cần các keo dán đông rắn nhiệt độ thấp, chất siêu xúc tiến như muối kẽm của thiuram disulfua hay chất xúc tiến được hoạt hóa bởi phức andehyt - amin có thể được sử dụng, tốt hơn là chỉ kết hợp trước khi sử dụng keo dán.
- *Chất làm mềm:* Đôi khi được sử dụng với cao su nitrin để cải thiện độ dính và các tính chất keo dán. Chúng được thêm vào cao su hàm lượng nitrin cao để dễ gia công. Thường được sử dụng trong các ứng dụng keo dán là các este (ví dụ dibutyl phtalat, dioctyl phtalat, tricresyl photphat, tributoxi etyl photphat), các keo este, nhựa ankyl, nhựa cumaron, cao su nitrin lỏng, nhựa đường gốc than. Độ dính và các tính chất keo dán của cao su nitrin được cải thiện trong nhiều ứng dụng nhờ đưa vào các ankyl cacbonat clo hóa như cacbonat dibutyl clo hóa.
- *Bột độn:* được đưa vào keo dán cao su nitrin với nhiều mục đích khác nhau. Chúng cải thiện độ bền keo dán, tăng độ dính, kéo dài thời hạn bảo quản, cải thiện độ bền nhiệt và giảm giá thành. Than đen tăng độ bền của màng cao su nitrin đông rắn. Muối tốt nhất cho keo dán là mỗ hống, thường được sử dụng 40-60 phần khối lượng so với cao su nitrin. Muối mềm hơn cho tính chất kéo căng thấp hơn nhưng cung cấp thời gian bảo quản lâu hơn và đôi khi giá thành thấp hơn. Trong số các chất màu, FeO, ZnO, silic hydrat hóa, TiO₂ và sét thường được sử dụng. Sắt oxit thường được dùng ở mức 75-100 PKL. Nó cho keo dán mịn với độ bền kéo căng tương đối cao cải thiện độ dính, thời hạn bảo quản nhưng độ chống mài mòn không tốt. ZnO 25-50 PKL cải thiện độ dính nhưng không cải thiện độ bền màng. Silic hydrat hóa 20-100 PKL được sử dụng để cải thiện độ bền kéo căng và đặc biệt có ích trong bám dính vải, nhưng lượng dư có xu hướng làm giảm độ bám dính. TiO₂ 5-25 PKL được sử dụng để tạo nên độ trắng, tăng độ dính và kéo dài thời hạn bảo quản. Đất sét được sử dụng để giảm giá thành keo dán. Chất chống lão hóa được sử dụng để cải thiện độ bền nhiệt. Chúng cũng có thể cung cấp độ bền và độ dính. Các chất chống lão hóa thường là các chất được sử dụng trong cao su nitrin.

Một đơn pha chế keo dán lưu hóa có muối đặc trưng đối với cao su nitrin như sau:

Công thức pha chế A	PKL
Cao su nitrin	100
ZnO	5
S	3
Muội than	50
Nhựa novolac	5
Nhựa coumaron - inden	25
Nhựa đường gốc than tinh chế	25

Sau đây là một đơn pha chế keo dán đông rắn không chứa muối than đặc trưng cho cao su nitrin:

Công thức pha chế B	PKL
Cao su nitrin	100
Axit stearic	0,5
ZnO	10
S	2
Canxisilicat	100
TiO ₂	25
Nhựa coumaron	10
Dibutyl phtalat	10
Chất xúc tiến	1,5

Các hỗn hợp trên có thể tan tốt trong metyl etyl xeton, clo benzen, nitro propan và hàm lượng rắn đến 35%.

3.4.2. Sử dụng keo dán cao su nitrin

- *Keo dán lớp mỏng:*
 - *Keo dán hoạt hóa nhiệt cho lớp mỏng:* Keo dán chủ yếu dính tự do vào các bề mặt khác nhau ở nhiệt độ phòng, nhưng nó trở thành keo dán ở một số nhiệt độ cao, được quan tâm trong nhiều ứng dụng. Trong công nghiệp giày, để bám dính da vào nhựa cao su, các bộ phận đế giày cần được hoạt hóa ở 49-54°C. Để bám dính da với vinyl, sự hoạt hóa phải xảy ra dưới 79°C. Cao su nitrin chứa một nửa khối lượng nhựa phenolic hay nhựa polyvinylclorua (PVC) là một keo dán hiệu quả để hoạt hóa nhiệt ở khoảng nhiệt độ thấp. Đối với khoảng nhiệt độ cao hơn, sử dụng gấp đôi nhựa PVC so với cao su nitrin là hiệu quả. Các hệ dung môi khác nhau có thể sử dụng để áp dụng cho các công thức này. Một số công thức keo dán đối với da - da, da bộ phận đế giày hay vinyl được giới thiệu trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Keo dán da - da hay da - bộ phận đế giày (PKL)

Công thức pha chế số	1	2	3	4
Cao su nitrin	20.0	10.0	20.0	10.0
PVC	-	10.0	-	5.0
Nhựa phenolic	10.0	5.0	10.0	5.0
Triphenyl photphat	-	-	-	2.0
Monoclobenzen	-	-	90.0	40.0
Metyl etyl xeton	100.0	75.0	30.0	40.0
Tổng số	130.0	100.0	150.0	102.0
Keo dán da với vinyl hay da - da (PKL)				
Công thức pha chế số	5	6	7	8
Cao su nitrin	9.0	9.0	9.0	9.0
PVC	18.0	18.0	18.0	18.0
Triphenyl photphat	2.0	2.0	2.0	-
Nhựa phenolic	-	-	-	2.0
Tetrahydro furan	-	58.0	-	-
Metyl etyl xeton	73.0	-	20.0	73.0
Toluen	-	-	48.0	-
Xyclo hexanol	-	25.0	25.0	-
Tổng số	102.0	112.0	122.0	102.0

Các keo dán chứa nhựa rắn nhiệt có thể được dùng để dán kim loại - cao su nitrin, nhựa polyvinyl clorua, da, gỗ và các vật liệu sợi. Keo dán được chế tạo thỏa mãn để dán các vật liệu sau đây với nhau và với các vật liệu khác: nút, bìa cứng, bìa da, bìa sợi, giấy, gỗ, cao su nitrin, polyvinyl clorua, các copolyme của vinyl clorua, nitroxenlulo, xenlulo axetat, nhựa phenolic, nylon, sắt, thép, nhôm, đồng thau, thiếc, đồng, chì và thủy tinh. Chúng là các keo dán kém đối với cao su tự nhiên, cao su butyl và polyetylen trừ khi các bề mặt được hoạt hóa. Các tính chất keo dán có thể được cải thiện nhờ sử dụng cao su nitrin cacboxylic thay cho cao su nitrin.

- *Keo dán lớp mỏng đóng rắn nhiệt độ thấp:* Cao su nitrin trộn hợp với các nhựa epoxy khác nhau được hoạt hóa bởi các amin hay các tác nhân axit thích hợp đã được sử dụng để dán các elastome, nhựa, sợi, gỗ, và kim loại với nhau và với các vật liệu khác ở nhiệt độ phòng hay gần nhiệt độ phòng. Công thức thích hợp với các bề mặt dán đặc biệt cũng phải được thiết kế đối với các ứng dụng liên quan. Công

thức pha chế cho trong bảng 3.4 có thể thích hợp với nhiều ứng dụng nhờ lựa chọn thành phần và thay đổi lượng của chúng. Keo dán sẽ đông rắn 4-24 giờ ở nhiệt độ phòng hay dưới 30 phút ở 66°C.

Bảng 3.4. Keo dán đông rắn nhiệt độ thấp^a

Cao su nitrin	10-50 (PKL)
Epoxy EDE	90-50
Metyletyl xeton	80
Trietylen tetramin ^b	2-20

^aKeo dán trộn, bền 4-24 giờ; ^bThêm dưới dạng dung dịch 50% trong metyletyl xeton ngay trước khi sử dụng.

Keo dán lỏng đông rắn nguội đặc biệt phù hợp để bám dính da-da đã được mô tả trong các patent bao gồm cao su nitrin với nhựa acrylamin biến tính với tỷ lệ 60 : 40 tới 67 : 33 PKL cùng với lưu huỳnh và chất xúc tiến.

• *Keo dán cho mục đích chung:*

- *Hoạt hóa nhiệt:* Keo dán cao su nitrin, không thêm tác nhân đông rắn, có thể được sử dụng để dán nhiều loại vật liệu. Các phần bằng nhau về khối lượng của cao su nitrin và nhựa phenolic trong một dung môi thích hợp (ví dụ: metyl etyl xeton) với hàm lượng rắn 20-30% là phù hợp cho nhiều mục đích keo dán. Đối với một số mục đích, nhựa phenolic thường được sử dụng ít hơn trong khoảng 30-100 phần/100 phần cao su.
- *Các keo dán đông rắn nhiệt độ thấp:* Công thức pha chế trong bảng 3.5 là một keo dán hai thành phần đông rắn ở nhiệt độ thấp có mức độ dính tương đối và cho độ bám dính tốt của các vật liệu khác nhau với cao su nitrin đông rắn và không đông rắn. Các chu kỳ đông rắn trong 10 phút ở 80°C tới 2 giờ ở 38°C là hiệu quả.

Bảng 3.5. Keo dán đông rắn ở nhiệt độ thấp

Công thức pha chế	A (PKL)	B (PKL)
Cao su nitrin	100.0	100.0
ZnO	5.0	5.0
Lưu huỳnh	6.0	-
Than đen	50.0	50.0
Nhựa phenol focmandehyt	25.0	25.0
Nhựa novolac	5.0	5.0
Hydrocacbon gốc than	25.0	25.0
Mecapto benzo thiazol	-	6.0
Tổng số	216.0	216.0

Hệ keo dán được mô tả trong phần keo dán lớp mỏng cũng hiệu quả như các keo dán cho mục đích chung đóng rắn ở nhiệt độ thấp.

Keo dán trên cơ sở cao su nitrin và nhựa novolac đóng rắn dưới áp suất trong 5 phút ở 93°C hay tương đương, được sử dụng để dán vải bạt, da, cao su tự nhiên, gỗ và thép với nhau. Tỷ lệ nhựa/ elastome 2:3- 1:1 theo khối lượng thường được ưa dùng.

Đưa các muối kim loại hóa trị 2 (Zn hay Mg) của một axit hydroxy benzoic (salisilic) vào keo dán cao su nitrin chứa nhựa (ví dụ coumaron mềm, phenol - andehyt, nhựa gỗ thông hay các nhựa tăng dính) thu được các keo dán nhớt ổn định. Chúng hiệu quả ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ cao hơn một chút để gắn các liên kết kim loại - kim loại, dán các vật liệu dẻo hóa với nhau, phủ sợi và dán đá vụn để cung cấp lớp phủ sàn chống trượt.

- *Độ bám dính của cao su nitrin với các bề mặt khác: polyvinylclorua, da, gỗ, kim loại, thủy tinh...* Cao su nitrin có thể dán nhiều vật liệu khác nhau với kim loại, gỗ, đồ sứ và thậm chí thủy tinh nếu bề mặt cứng trước tiên được phủ một keo dán cao su clo hóa. Đưa cao su clo hóa vào keo dán cao su nitrin đôi khi thực hiện cùng một mục đích và cũng tham gia vào quá trình bám dính bề mặt được xử lý với cao su clo hóa. Sự tạo màu lớp phủ lót của cao su clo hóa với crom hay sắt oxit có lợi khi sử dụng trên kim loại.

Keo dán tốt nhất và bền lâu nhất để dán cao su nitrin với kim loại là hỗn hợp của cao su nitrin và nhựa phenolic dạng resol trong đó hàm lượng nhựa rất cao, thường trên 80%.

- *Keo dán mối nối chập cao su nitrin:* Hỗn hợp của cao su nitrin với nhựa phenolic có thể được sử dụng để chế tạo keo dán mối nối chập tốt, có ích cho lớp mỏng và những mục đích chung. Hai đơn pha chế trong bảng 3.6 minh họa hỗn hợp cao su nitrin-phenolic. Cao su nitrin - cacboxylic có thể được sử dụng một cách hiệu quả trong các công thức đó.

Bảng 3.6. Keo dán ghép nối cao su nitrin - phenolic

Công thức	1 (PKL)	2 (PKL)
Cao su nitrin	75.5	50.0
Nhựa phenolic	25.5	50.0
Muội than	2.0	-
Lưu huỳnh	1.25	-
Tetrametyl thiuram monosulfua	0.04	-
Tổng số	103.29	100.0
Làm thành 30% tổng rắn trong methyl etyl xeton		

- *Keo dán cao su nitrin đóng rắn.* Đối với sự tự bám dính của nguyên liệu cao su nitrin, keo dán của cao su với một số chất xúc tiến thường được thêm vào. Các hệ đó thường hiệu quả với các bề mặt mà cao su nitrin được dán lên đó.
- *Keo dán cho mục đích đặc biệt*
 - *Keo dán có độ dính cao:* Tính dính của keo dán cao su nitrin có thể tăng nhờ các tác nhân tăng dính và tác nhân dẻo hóa được kết hợp với lượng lớn ZnO. Một đơn pha chế cho kiểu này được giới thiệu trong bảng 3.7. Cao su nitrin lỏng hay cao su nitrin cacboxylic lỏng cũng có thể được sử dụng để tăng độ dính. Cao su cacboxylic lỏng không được sử dụng trong đơn pha chế có chứa oxit kim loại như ZnO.
 - *Các công thức phun và phủ:* các hỗn hợp phun cao su nitrin phù hợp để phủ và tẩm sợi, cung cấp độ bền xăng và dầu, đòi hỏi phải phun được, dán các thành phần đóng rắn. Độ bền dầu phụ thuộc hàm lượng nitrin của cao su được sử dụng.
 - *Các công thức keo dán trắng:* Keo dán cao su nitrin cần màu trắng có thể được chế tạo nhờ bổ sung titan dioxit, silic và các vật liệu tương tự. Một công thức pha chế được giới thiệu trong bảng 3.8.

Bảng 3.7. Keo dán độ dính cao

	Phần A (PKL)	Phần B (PKL)
Cao su nitrin	100	100
Muội than	10	10
ZnO	150	150
Novolac	5	5
Nhựa than đã tinh chế	35	35
Benzyl ancol	18	15
Dibutyl metacrezol	35	35
Lưu huỳnh	5	-
Butyl aldehyt anilin	-	8
Tổng số	358	358
Hòa tan 1400g A trong 1,9 lít clotoluen và làm thành 3,8 lít với clobenzen.		
Hòa tan 1400g B trong 1,9 lít clotoluen và làm thành 3,8 lít với clobenzen.		
Trộn các tỷ lệ bằng nhau theo thể tích trước khi sử dụng		

Bảng 3.8. Công thức keo dán trắng đặc trưng

Cao su nitrin	100.0 (PKL)
ZnO	5.0
Lưu huỳnh	1.5
Titan dioxit	15.0
Silic hydrat hóa	25.0
Sáp parafin clo hóa	10.0
Tetrametyl thiuram monosulfua	0.4
Tổng số	1.0
Metyl etyl xeton để pha thành 15% tổng rắn 157.9	
4 phần "Butyl" được thêm vào keo dán trước khi sử dụng.. "Butyl" được pha thành dung dịch 5-10% trong metyl etyl xeton trước khi thêm	

Các keo dán nhạy áp: Copolyme của butadien với 25 phần acrylonitrin hay metacrylonitrin biến tính với 4-5% dodecyl mercaptan là các keo dán nhạy áp.

• Các keo dán cấu trúc

- *Cao su nitrin với nhựa phenolic.* Cao su nitrin trộn hợp với nhựa phenolic có thể sử dụng để dán các vật liệu xây dựng với nhau và với các vật liệu khác. Chúng bao gồm sắt, gỗ, thủy tinh, bìa sợi, bìa cứng, nút chai, nhựa phenolic, polyme và copolyme vinylclorua, giấy và nhiều vật liệu xốp.

Hỗn hợp cao su nitrin với nhựa phenolic được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp máy bay, sản xuất keo dán cho những ưu điểm như trọng lượng giảm, độ bền môi, gắn chặt tức thời và hàn gắn các mối nối.

Bảng 3.9. Công thức của keo dán cao su nitrin - nhựa phenolic

Cao su nitrin hàm lượng 32% ^a	100 (PKL)
Nhựa phenolic ^b	75-200
ZnO	5
S	1-3
Chất xúc tiến	0.5-3
Chất chống lão hóa	0-5
Axit stearic	0-1
Muội than	0-20
Chất độn	0-100
Chất dẻo hóa	0-10
Liên kết các kim loại với nhau đòi hỏi nhiệt (20-120 phút ở 149-204°C) và áp suất (50-150psi)	

^a Hàm lượng nitrin thường vượt quá 30%; ^b Kiểu Novolac là phù hợp.

Bảng 3.10. Keo dán cao su nitrin lỏng - nhựa phenolic nhiệt độ cao

Cao su nitrin hàm lượng 32% ^a	100 (PKL)
Nhựa phenolic A ^b	0-200
Nhựa phenolic B ^c	0-200
ZnO	5
S	1-3
Chất xúc tiến	0.5-1
Chất chống lão hóa	0-5
Axit stearic	0-1
Muội than	0-50
Chất độn	0-100
Dung môi	20-50% chất rắn

^a Thành phần nitrin thường vượt quá 30%; ^b Kiểu Novolac; ^c Kiểu Resol.

Bảng 3.11. Công thức pha chế băng dính cao su nitrin - nhựa phenolic

Cao su nitrin	100 (PKL)
Novolac	150
Resol	20
ZnO	5
2-Mecapto benzo thiazol	1
Lưu huỳnh	1
Axit stearic	0.5
Một chu kỳ đóng rắn 20 phút ở 163°C và 118psi cho kết quả thỏa mãn	

Ngoài áp dụng cho máy bay, các keo dán kiểu này còn được sử dụng để liên kết các vật liệu ma sát (ví dụ: bánh xe có rãnh), đường rãnh dưới đế giày, bề mặt ăn khớp, phần truyền động tự động, các tổ hợp cấu trúc cho đồ gia dụng (ví dụ: tổ hợp ống bay hơi trong tủ lạnh), tổ hợp xây dựng, trong sản xuất thiết bị lọc nhiên liệu, gắn kết đồ gá nhựa để bảo vệ thủy tinh.

Keo dán cao su nitrin lỏng - nhựa phenolic được sử dụng để liên kết các vật liệu ma sát, lớp lót cho máy bay và các tổ hợp cấu trúc kim loại - kim loại khác, hàn gắn kín cho thép hay tấm thiếc, hàn gắn thùng chứa, hàn gắn thiết bị lọc dầu hay xăng, keo dán để sản xuất bản in, dán sợi tổng hợp với các hợp chất vinyl hay lớp phủ, liên kết vật liệu mài mòn với polyurethan, cho các ứng dụng cấu trúc khác nhau.

Cao su nitrin lỏng - nhựa phenolic có chứa polyvinyl ancol được dùng để dán cả các liên kết kim loại và phi kim loại.

Màng cao su nitrin - nhựa phenol focmandehyt được hoạt hóa bởi hexametylen tetramin có thể được sử dụng để dán gỗ.

Các thanh mỏng nhôm được đưa vào băng dính cao su nitrin - nhựa phenol để cải thiện tính dễ gia công, tính đồng nhất và độ đặc của đông rắn.

- *Cao su nitrin với nhựa khác.* Một sản phẩm thu được từ việc xử lý hỗn hợp cao su nitrin và resorcinol trong dung môi với HCl khan đã được sử dụng ở dạng tấm như một keo dán.

Sản phẩm ngưng tụ phenol xeton và sự ngưng tụ dần của chúng với cao su nitrin cũng được sử dụng ở dạng tấm như một keo dán.

- *Keo dán latex cao su nitrin:* Lợi ích chính trong việc sử dụng keo dán latex cao su nitrin so với keo dán dung môi với cùng cao su nitrin là không bắt lửa và không độc hại để áp dụng. Nhược điểm là tốc độ khô tương đối chậm và thực tế độ bền thu được khi keo dán dung môi nhờ đông rắn với nhựa có thể không cao bằng độ bền trong công thức latex.

Trộn hợp latex cao su nitrin với các vật liệu như casein, nhựa phenolic và latex nhựa PVC tạo ra các vật liệu có ích cho lớp mỏng của nhiều loại vật liệu.

- *Trộn hợp casein với latex cao su nitrin:* Trộn hợp latex cao su nitrin với casein đã được sử dụng để dán các tấm vinyl và lớp phủ vinyl plastisol với giấy, nylon và tơ nhân tạo. Casein với lượng tương đối lớn có thể trộn lẫn với mũ cao su nitrin. Latex cao su nitrin - cacboxylic đã được sử dụng tương tự và hiệu quả rõ rệt.
- *Hỗn hợp nhũ tương PVC với latex cao su nitrin:* Trộn hợp latex cao su nitrin với nhũ tương nhựa PVC thu được keo dán phù hợp để dán nhiều loại vật liệu. Vì vậy lá nhôm được dán với chính nó, với bìa amiăng, gỗ, bìa cứng, giấy giáp. Các liên kết khác bao gồm vải bạt với chính nó, bông với cao su tự nhiên, lớp lót ni với tấm polyvinylclorua, da - với chính nó hay các băng dính che, cao su tự nhiên với gỗ hay thép, gỗ - gỗ, thép -thép hay nhôm... Trộn những lượng bằng nhau cao su nitrin và PVC cho một thành phần hiệu quả với độ bền liên kết lớn nhất thu được cho nhiều ứng dụng. Độ bền liên kết của lớp mỏng được điều chế từ cao su latex - nitrin thường tăng từ 50-200% nhờ đưa vào một lượng tương đương PVC.

Độ dính ban đầu của hỗn hợp latex cao su nitrin với nhũ tương PVC có thể tăng nhờ thêm chất dẻo hóa hoặc dung môi. Độ bền của hỗn hợp latex - keo dán có thể được cải thiện nhờ thêm tác nhân nhũ hóa. Tác nhân làm đặc có thể được sử dụng để tăng độ nhớt nếu cần thiết.

3.5. Keo dán cao su styren- butadien

Cao su styren - butadien (SBR) có độ phân cực tương đối thấp so với các cao su tổng hợp khác và nói chung về lý thuyết, nó có thể là một copolyme keo dán hiệu quả. Trong sản xuất lớp tổng hợp, thất lung và nhiều đồ dùng khác sử dụng SBR, cần phải thêm vào cao su tự nhiên hay các nhựa đặc biệt. Nhựa cần cho các sản phẩm tổng hợp ở trên nhiều hơn là các sản phẩm cao su tự nhiên tương tự, để thu được các bề mặt đủ dính giữ các thành phần hay các phần với nhau trước khi lưu hóa.

Trong số nhiều elastome được sử dụng trong công nghiệp cao su, SBR thường được sử dụng ít nhất trong sản xuất keo dán. Lý do chính là độ bền của nó với điều kiện khí hậu và nhiệt.

3.5.1. Tổng hợp và tính chất của SBR

Cao su styren-butadien (SBR) được nghiên cứu ở Đức dưới cái tên "BUNA-S" và ở Bắc Mỹ, trong Thế chiến II, với tên "GR-S". Nó là copolyme của butadien (67-85%) và styren (15-33%). Butadien chủ yếu có cấu hình trans-1,4. Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của hợp chất khoảng -60°C . Cao su butadien không có khả năng kết tinh ở nhiệt độ tăng và vì vậy không có đặc tính cơ học tốt. Khi chất độn gia cường là muội than, các đặc tính cơ học của nó thích hợp cho rất nhiều ứng dụng thông thường. SBR là một trong những loại cao su rẻ nhất và nói chung là dễ gia công. Khi so sánh với cao su tự nhiên thì các đặc tính cơ học của nó kém hơn ngoại trừ độ bền, nhưng nói theo cách nào đó, nó tốt hơn khi gia nhiệt, chịu ozon, thời tiết và dầu. Ứng dụng của SBR rất phong phú trong đó có sảm lốp, giấy dệp, dây cách điện, các sản phẩm cao su công nghiệp, keo dán, sơn (latex hoặc nhũ tương).

Cho dù có một số tính chất bất lợi, các copolyme SBR có các ưu điểm sau để đánh giá việc sử dụng chúng trong sản xuất keo dán.

1. Các hợp phần được gia cường duy trì độ bền tốt hơn cao su tự nhiên.
2. Hợp phần SBR có độ bền mài mòn tốt. Điều này quan trọng trong chế tạo lớp phủ.
3. Hợp phần SBR hấp thụ ít nước hơn hợp phần cao su tự nhiên.
4. Các hợp phần SBR, lưu hóa và không lưu hóa, có các tính chất lão hóa khí quyển và nhiệt ưu việt hơn các tính chất của cao su tự nhiên và tương đương với polycloropren và cao su nitrin.

5. Một trong những lợi ích chủ yếu của copolyme SBR là chúng có thể gia công và được vận hành chủ yếu bằng tay giống cao su tự nhiên qua quá trình nghiền hay máy trộn.
6. Về kinh tế, SBR cạnh tranh thuận lợi với cao su khác.

3.5.2. Công thức đặc trưng và ứng dụng của keo dán SBR

- *Keo dán phun và lớp mỏng*: Một ví dụ keo dán lớp mỏng là keo dán trên cơ sở copolyme đông rắn một phần của butadien - styren. Công thức keo dán này như sau:

SBR	100 (PKL)
Lưu huỳnh và chất xúc tiến	1-20
Nhựa thông biến tính	150-200
Trộn ở 135-163°C	

Nghiền có ảnh hưởng một phần tới quá trình đông rắn. Khi khối được làm lạnh đủ, dung môi được thêm vào để tạo ra độ đặc mong muốn. Keo dán này có chất lượng tốt, kết hợp với độ đàn hồi và độ bền nhiệt.

- *Keo dán nhảy áp*: Nhiều keo dán nhảy áp được chế tạo trên cơ sở copolyme của SBR. Ví dụ sau là một công thức keo dán nhảy áp.

	PKL
SBR (S-85)	12
Nhựa thông	10
Graphit	6
Ankyt biến tính	2
Nhựa phenol fomandehyt	0,5
Toluen	29,5

Một keo dán nhảy áp khác được tổng hợp từ copolyme SBR độ nhớt cao. Trong trường hợp này, dung dịch 50% toluen của este pentaerythritol nhựa thông được thêm vào dung dịch toluen 10% của SBR. Độ bền của keo dán thu được cao hơn so với cao su thiên nhiên. Keo dán nhũ tương cũng có thể được tổng hợp từ copolyme có độ nhớt cao nhờ trộn hợp những lượng bằng nhau của copolyme và một nhũ tương nhựa của một metyleste nhựa thông hydro hóa. Keo dán nhũ tương có thể được tổng hợp nhờ sử dụng một phần tán amoniac lỏng của nhựa thông như là nhựa trộn hợp.

PKL	
SBR:	12
Nhựa thông penta erythritol:	10
Nhựa thông hydrometyl:	2
Phenol focmandehyt:	0,5

Một băng dính nhạy áp được đưa vào để duy trì độ chặt và độ dính ở 121-204°C mà không làm mềm tới điểm phân lớp hay dịch chuyển. Keo dán này được chế tạo nhờ tạo ra một hỗn hợp copolyme cao su được lưu hóa (butadien styren) và thúc đẩy nhựa phenol focmandehyt phản ứng hoàn toàn ở nhiệt độ cao mà không trộn đồng thời, sau đó làm việc cơ học và trộn khối đông rắn. Trong ứng dụng này công thức sau đây được sử dụng:

	PKL
SBR	100
ZnO	20
Lecithin	2,5
Nhựa thông este hóa	10
Phenol focmandehyt	5,0

Khối này được lấy từ máy nghiền và đóng rắn trong nồi hấp 3 giờ ở 13,6kg hơi, làm lạnh và nghiền lại trong khoảng 6 phút. Khối sau đó được phân tán trong 400 phần heptan và 10 phần ancol. 37 phần keo dán nhạy áp bổ sung vào hỗn hợp keo dán trộn hợp và dung dịch keo dán được phủ trên lớp lót mong muốn là hỗn hợp chứa 25-75 phần cao su tự nhiên và một lượng tương ứng copolyme butadien styren (từ 75-25) và 40-90 phần nhựa nhiệt dẻo tecpen có chỉ số axit bằng không, có điểm chảy trên 80°C, ví dụ:

	PKL
Cao su crep	50
SBR	50
Chất chống lão hóa (polyhydroxi phenol ankylat hóa)	1
Phenol focmandehyt biến tính	50
Heptan	600

Công thức pha chế này minh họa tính tương hợp tốt của cao su tự nhiên với SBR, được sử dụng khá thường xuyên trong công nghiệp keo dán.

- *Latex và phân tán của SBR làm keo dán:* Như với các cao su khác, latex và phân tán của SBR thường được ưa dùng khi độ dẻo, tính bất lửa hay giá thành hạn chế việc sử dụng dung môi hữu cơ.

Keo dán sợi với kim loại đã được tổng hợp như sau:

	PKL
Latex SBR 25% tổng rắn	15,0
Asphan	44,3
Xà phòng nhựa thông	1,4
Metyl xenlulo	0,1
Muội than	6,0
Nước	33,2

Kỹ thuật và kiểu công thức pha chế được sử dụng trong chế tạo phân tán keo dán latex được minh họa bởi công thức sau đây:

	PKL
ZnO	3,00
Lưu huỳnh	2,00
Phòng lão	1,00
Cazein	0,24
Natricacbonat	0,10
Nước	7,34

Phân tán ở trên được tổng hợp riêng và sau đó thêm vào latex SBR. Công thức pha chế này (theo kg) được thêm vào 45,36 kg latex có chứa khoảng 25% chất rắn. Công thức đó là một keo dán cho mục đích chung.

Keo dán nhạy áp hay keo dán lớp mỏng có thể được tổng hợp bằng cách thêm công thức pha chế sau đây (kg) vào 45,36 kg latex SBR:

	PKL
ZnO	5,00
Lưu huỳnh	4,00
Phòng lão	1,00
Cazein	0,30
Natricacbonat	0,10
Nước	9,20

Các latex SBR được sử dụng rộng rãi như keo dán để dán các vật liệu sợi. Nhựa resorciol focmandehyt được trộn hợp với latex SBR, tương tự như cách đã trộn với latex cao su tự nhiên, để dán cao su vào lớp.

Các latex SBR có ích trong việc chế tạo lớp phủ bảo vệ giá thành thấp và dán keo ngược cho bao vải, đồ gia dụng và ô tô.

Các tác nhân đóng rắn, phân tán có thể thêm vào latex SBR làm chúng bền nhiệt và bền oxi hóa hơn. Do không chứa vật liệu protein,

chúng ít có xu hướng sinh ra mùi không mong muốn như thường thấy ở latex cao su tự nhiên.

Nói chung, các tính chất vật lý, độ bền ẩm, độ bền màng khô trong latex SBR thấp hơn khi đối chiếu với cao su tự nhiên.

Ưu điểm thực sự khi sử dụng keo dán trên cơ sở latex là % tổng rắn cao có thể thu được bởi một trong các cách này hay cách khác. Nó tạo cho màng nặng và đôi khi bền đối với mục đích dán và phủ.

Mặc dù SBR thiếu độ dính và độ bền so với cao su tự nhiên nhưng trộn hợp riêng làm cho chúng có thể thay thế keo dán cao su. Khi tính chất lão hóa là tối quan trọng, SBR là một vật liệu thiết yếu trong lĩnh vực keo dán. Như vậy đối với keo dán hàn gắn, lớp phủ và chất hàn gắn, SBR là vật liệu được ưa chuộng.

3.6. Keo dán elastome cacboxylic

Các elastome cacboxylic là polyme có chứa nhóm cacboxyl và có tính đàn hồi. Để sử dụng làm keo dán, mức độ đàn hồi có thể thay đổi trong khoảng rộng, từ dạng cao su tới nhựa, tùy thuộc vào bản chất của ứng dụng mà chúng được chế tạo. Sự có mặt nhóm cacboxylic trong phân tử elastome làm tăng lực trong mạch và giữa các mạch do đó làm tăng độ bền của polyme khi hoạt động đàn hồi.

Nói chung, tăng số nhóm cacboxylic trong một elastome làm tăng khoảng đàn hồi, tăng khả năng tạo màng, tăng độ cứng và độ bền mài mòn, cải thiện độ bám dính với nhiều bề mặt đặc biệt là các bề mặt có thể phản ứng với nhóm cacboxylic, bao gồm nhiều bề mặt kim loại. Nhóm cacboxylic có thể được coi như các trung tâm của phản ứng hóa học ảnh hưởng tới sự tạo lưới giữa các mạch và trong mạch của elastome cũng như liên kết với chất độn, chất màu và vật liệu dán. Nhóm cacboxyl và muối có thể gây nên các ảnh hưởng làm tăng độ bám dính trên một elastome, thường thu được nhờ chất độn, chất màu hay nhựa. Vì vậy các elastome cacboxylic là keo dán hiệu quả với một lượng nhỏ phụ gia và thường không cần phụ gia. Khả năng thấm của polyme vào các vật liệu xenlulo tăng khi có mặt nhóm cacboxyl... Độ bám dính với xenlulo, tơ sợi, xenlophan và các vật liệu tương tự được tăng cường bởi sự có mặt của nhóm cacboxyl trong elastome.

3.6.1. Tổng hợp và tính chất của các elastome cacboxylic

Elastome có thể được định nghĩa chính xác nhất là các vật liệu có khả năng biến dạng, co giãn lớn. Định nghĩa này không ngụ ý về một cấu

trúc hóa học đặc biệt. Tuy nhiên, trên thực tế, nó xác định rằng các tính chất cơ học đặc biệt này liên quan đến các phân tử polyme ở trạng thái cao su (ở trên nhiệt độ hóa thủy tinh T_g của chúng) chống lại các biến dạng từ cấu tạo kiểu bất qui tắc.

Khả năng đàn hồi giống cao su hoặc elastome được thể hiện trong các khoảng thời gian ngắn bởi bất kỳ loại polyme nhiệt dẻo không kết tinh nào vượt quá T_g và người ta cho rằng sự rối các phân tử tạo ra sự chuyển đổi của các khối phân tử thành các ngăn riêng. Tuy nhiên, sự rối này không kéo dài và các ảnh hưởng giảm áp lực ngăn cản các vật liệu này khỏi bị giãn thực sự.

Sự gắn hoặc liên kết lâu dài giữa các phân tử hay các nhóm phân tử là cần thiết để đạt được khả năng co giãn 'vĩnh cửu' và có rất nhiều cách để đạt được mục đích này.

3.6.2. Các elastome cacboxylic cho keo dán kim loại - cao su

Từ các nghiên cứu copolyme của butadien với axit metacrylic, có thể kết luận rằng để đạt được độ bám dính tối đa của cao su với thép, copolyme phải có trọng lượng phân tử cao nhất có thể và vẫn phải tan trong dung môi sử dụng. Nó cũng phải có đủ số nhóm điện để đóng rắn cao su và đủ số nhóm cacboxyl để đảm bảo độ bám dính cao với thép. Mức axit metacrylic tối ưu là 15-24%.

Khi dán cao su với kim loại bằng các elastome cacboxylic không có mặt tác nhân đóng rắn và các tác nhân khác không phản ứng với nhóm cacboxyl, liên kết cao su được thiết lập nhờ quá trình tạo lưới phụ thuộc tính chưa bão hòa, trong khi liên kết với kim loại xuất hiện từ tương tác của các nhóm phân cực với kim loại. Điều này đòi hỏi phải đóng rắn đồng thời keo dán, nguyên liệu cao su và bề mặt phân cách kim loại - keo dán. Khi tác nhân đóng rắn cho nhóm cacboxylic có mặt, một số cơ chế đóng rắn tiếp tục một cách không chắc chắn và bị cạnh tranh.

Có thể sử dụng các polybutadien cacboxylic và các copolyme cacboxylic butadien - styren cả ở dạng latex và trong keo dán dung môi để cung cấp độ bám dính của cao su - thép. Sự có mặt nhóm cacboxyl làm tăng độ bám dính cao su - thép.

Nhựa cacboxylic polystyren đã được sử dụng trong keo dán SBR để cung cấp độ bám dính của cao su với thép. Đây là quá trình cacboxyl hóa SBR nhờ máy trộn cơ học. Độ bám dính thu được tương tự như khi sử dụng các polyme cacboxylic SBR.

Keo dán từ copolyme cacboxylic butadien - acrylonitrin được trộn hợp từ nhựa phenolic giống các keo dán tương tự được điều chế với copolyme

butadien - acrylonitrin phi cacboxylic, là keo dán thép - cao su. Không sử dụng tác nhân lưu hóa, copolyme cacboxylic cho độ bám dính thép với cao su tốt hơn so với các copolyme phi cacboxylic tương tự (bảng 3.12). Các keo dán copolyme cacboxylic cho độ bền liên kết lớn hơn, trái lại các copolyme phi cacboxylic gây hư hỏng ở bề mặt thép. Vì vậy nhóm cacboxyl tăng độ bám dính cao su - bề mặt kim loại và cải thiện độ bền kết dính của tác nhân liên kết. Đưa nhóm cacboxyl vào các copolyme butadien - acrylonitrin mở rộng khoảng tương hợp với nhựa phenolic và tăng độ bền, độ cứng của keo dán thu được.

Bảng 3.12. Độ bám dính cao su - thép của keo dán cao su cacboxylic với phi cacboxylic và nhựa phenolic^a (PKL)

Polyme	Cacboxylic	Cacboxylic	Phi cacboxylic
Polyme	6	6	6
Nhựa phenolic	24	24	24
Nhựa thông este hóa hydro	0	1.5	1.5
Metyl etyl xeton	70	65.5	68.5
Độ nhớt keo dán (cps)			
Ban đầu		70	130
Sau: 1tuần		60	120
2 tuần		60	120
6 tuần		60	120
3 tháng		100	140
Độ bám dính- thép - cao su nitrin			
Lực bóc (g/m)	12351	16110	7160
Kiểu hỏng độ bám dính	Khối	Khối	Thép

3.6.3. Các elastome cacboxylic cho keo dán kim loại - kim loại

Các copolyme butadien- styren cacboxylic đã được sử dụng trong keo dán hỗn hợp cùng với nhựa phenolic để dán kim loại - kim loại. Trong cả hai hệ keo dán đóng rắn và không đóng rắn, các đơn pha chế đã được đưa ra để dán thép - thép bằng các polyme cacboxylic và phi cacboxylic. Liên kết thu được nhanh hơn với polyme cacboxylic. Lưu hóa lưu huỳnh là không cần thiết đối với các polyme cacboxylic (bảng 3.13).

Các hệ đóng rắn bao gồm các hợp chất kim loại hóa trị 2 hay đa hóa trị như ZnO với polyme cacboxylic có tính tự ổn định thấp. Tính ổn định có thể được cải thiện bằng cách đưa amoniac hay một amin bay hơi vào keo dán khi áp dụng (bảng 3.14). Tính ổn định thu được cấu trúc keo dán có độ nhớt cao hơn đáng kể. Amoniacc có hiệu quả tương tự như một tác nhân ổn định trong keo dán chứa nhựa phenolic (bảng 3.15).

Bảng 3.13. Độ bám dính thép - thép của copolyme butadien acrylonitrin cacboxylic và keo dán hỗn hợp với nhựa phenolic (PKL)

Copolyme butadien acrylonitrin cacboxylic	1072	1042	1072	1042
"Polyme"	6	6	20	20
Metyl etyl xeton	68.5	68.5	208.4	207.7
Nhựa phenolic	24.0	24.0	80.0	80.0
Nhựa coumazon-iden	1.5	1.5	2.0	2.0
ZnO	-	-	2.0	1.0
Stearic axit	-	-	0.2	0.2
S	-	-	-	0.3
Benzothiazyl disunfua	-	-	-	0.35
Độ bám dính thép- thép (phủ 6,45 cm ²)				
Lực trượt (kg)	422	413	472	454
Kiểu hư hỏng	Kết dính	Kết dính	0,5 kết dính 0,5 keo dán	Kết dính

Bảng 3.14. Sự ổn định của keo dán butadien - acrylonitrin cacboxylic đông rắn trong không khí (PKL)

Copolyme cacboxylic	20	20	20
Metyl etyl xeton	80	80	80
ZnO	2	2	2
Amoni hydroxit (28%)	4	2	0
Độ nhớt keo dán (cps)			
Ban đầu	13300	26800	6500
Tự lão hóa sau 1 tuần	13900	34100	28700
2 tuần	13700	43000	>100000
3 tuần	13600	63000	Bị gel hóa
16 tuần	13400	>100000	
Độ bền màng phủ			
Thời hạn kết dính	24 tuần	Mới	Mới
Sức căng (psi)	3860	3700	1370

Bảng 3.15. Sự ổn định của keo dán acrylonitrin - butadien cacboxylic và hỗn hợp nhựa phenolic đóng rắn trong không khí (PKL)

Copolymer cacboxylic	100
Nhựa phenolic	30
ZnO	8
Amoni hydroxit	20
Metyletyl xeton	552
<i>Độ nhớt kết dính (cps)</i>	
Ban đầu	2800
Tự lão hóa sau 1 tuần	2600
2 tuần	5200
3 tuần	5300
4 tuần	5300

Đưa nhóm cacboxyl vào polyetyl acrylat cải thiện độ bám dính với thép. Vì vậy đối với một loạt polyetyl acrylat chứa 4, 8 và 12 phần acrylic axit, độ bền liên kết tăng với sức căng giữa hai bề mặt khối thép tương ứng là 100-300psi, 600-900psi. Các giá trị này thu được với các polyme không trộn hợp. Lượng lớn hơn cacboxyl và nhựa gia cường có thể sử dụng để thu được độ bền liên kết lớn hơn.

Terpolyme của etyl acrylat, acrylonitrin và acrylic axit được biết đến như các keo dán đóng rắn nhiệt cho hợp kim nhôm. Sự đóng rắn nhiệt được giải thích bởi sự hình thành liên kết ngang: $-CO-NH-CO-$. Chu kỳ đóng rắn 10 phút ở $82^{\circ}C$ dưới 1000psi là hiệu quả.

3.6.4. Các elastomer cacboxylic như tác nhân liên kết cho bề mặt không kim loại

Các elastomer cacboxylic dính tốt với bề mặt thủy tinh và có thể được sử dụng để phủ hay cán mỏng bề mặt thủy tinh. Chúng dính tốt tới mức việc lấy mẫu quá trình trùng hợp các elastomer cacboxylic bằng xilanh thủy tinh rất khó do sự liên kết các phần thủy tinh di chuyển. Các polyacrylat cacboxylic có chỉ số khúc xạ gần như đồng nhất với thủy tinh tới mức sự có mặt của tác nhân liên kết đó giữa các bề mặt thủy tinh hầu như không gây ra sự lệch đường truyền ánh sáng.

Nhóm cacboxyl có thể cải thiện độ bám dính của khối cao su với sợi tơ. Ảnh hưởng rõ ràng nhất khi nhóm cacboxyl có mặt trong keo dán, keo dán nổi và nguyên liệu phủ. Các keo dán có thể được áp dụng dưới dạng latex, phân tán nước hay keo dán dung môi. Nhóm cacboxyl có mặt cải thiện độ thấm của keo dán latex, keo dán nổi và nguyên liệu polyme phủ. Có thể ZnO trong vật liệu phủ và keo dán nổi tạo thành liên kết giữa

các nhóm cacboxylic trong keo dán latex, keo dán nổi và nguyên liệu phủ. Có thể là nhóm cacboxylic tạo thành liên kết với hydro và nhóm hydroxyl của sợi tơ. Keo dán copolyme cacboxylic được sử dụng hiệu quả nhất với nguyên liệu nổi trên cơ sở cao su cacboxylic.

Dán sợi giấy, vải hay các vật liệu tương tự bằng latex cao su hay keo dán có thể được tăng cường nhờ đưa nhóm cacboxyl vào trong keo dán hay các phân tử copolyme gắn kết. Ví dụ, để dán giấy kraft nửa tẩy trắng với latex polyetyl acrylat, đưa 0,045 phần nhóm cacboxyl cải thiện khoảng 50% độ bền liên kết nội. Tương tự, trong khi copolyme butadien - acrylonitrin cải thiện độ bền liên kết nội của giấy kraft nửa tẩy trắng thì latex của copolyme có cùng thành phần butadien nhưng chứa 0,09 phần cacboxylic, cải thiện trên 15% độ bền liên kết nội. Hoạt động có lợi của nhóm cacboxylic có thể là do cải thiện sự thấm keo dán trong copolyme và liên kết hydro với xenlulo giấy (bảng 3.16).

Cao su anhydrit maleic được coi như tác nhân keo dán cho tơ nhân tạo. Hai mảnh vải hay sợi không dệt có thể được dán bằng latex cacboxylic. Độ bền liên kết có thể được tăng cường khi cần nhờ lưu hóa với một tác nhân tạo lưới như natri aluminat.

Một copolyme butadien acrylonitrin cacboxylic được sử dụng như một keo dán 30% trong metyl etyl xeton với ZnO (10 phần) và axit stearic (5 phần) để dán nylon với kết cấu plastisol. Các liên kết tốt giữa nylon và cao su cũng thu được với keo dán này.

Bảng 3.16. Cao su cacboxylic cho keo dán

Latex	COOH (phần)	Liên kết nội	
		Không đóng rắn (g/cm)	Đóng rắn (g/cm)
Polyetyl acrylat	0	394,2	430,1
Polyetyl acrylat cacboxylic	0.045	537,6	604,8
Butadien- acrylonitrin	0	439,1	510,7
Butadien- acrylonitrin cacboxylic	0.09	519,7	573,5
Không		44,8-67,2	44,8-67,2

3.6.5. Các elastome cacboxylic khác

Các elastome cacboxylic hoạt động hiệu quả như keo dán mà không cần phụ gia. Chúng có thể được điều chỉnh với chức năng tối ưu cho các cặp bề mặt dán cho trước. Khi không được điều chỉnh cho một hệ bề mặt dán nhất định, chúng có thể được sử dụng để tăng tính chất của các hệ keo dán khác.

Các elastome cacboxylic, đặc biệt là polyacrylat cacboxylic có tác dụng tạo ra độ dính vĩnh cửu cho hệ không có phản ứng hóa học. Ví dụ, đưa 5-20% polybutyl acrylat cacboxylic vào keo dán cao su không đóng rắn cung cấp sự bám dính nhanh và độ dính vĩnh cửu.

Các nhóm cacboxylic có xu hướng làm cứng elastome. Các elastome cacboxylat hóa ít hay nhiều hơn có thể thay thế nhựa để sử dụng làm keo dán cao su hay có thể thay thế cả phần nhựa và elastome trong công thức đặc trưng. Xu hướng làm cứng này có thể tăng thêm do tạo thành muối với các gốc và kim loại hóa trị 1, 2 hay đa hóa trị. Các elastome cacboxylic hoạt động với amin, điamin, polyamin, nhựa amin và cacbonat của chúng.

Các elastome cacboxylic có thể được sử dụng để tạo nên độ đàn hồi, đàn hồi và co giãn cho các công thức nhựa epoxy. Nhóm cacboxyl của các elastome cacboxylic phản ứng với nhóm epoxy của nhựa epoxy. Tùy vào lượng tương đối của các tác nhân, phản ứng có thể là tạo lưới các elastome cacboxylic hay nhựa epoxy.

Keo dán trên cơ sở copolyme butadien acrylonitrin cacboxylic khi kết hợp với nhựa epoxy và xúc tác chọn lọc có thể được sử dụng để dán các loại cao su khác nhau với nhau và với kim loại, màng polyme hay các bề mặt khác.

Trong butadien acrylonitrin chưa đóng rắn, polybutadien, SBR hay keo dán trên cơ sở polycloropren, các elastome cacboxylic tương tự có thể được thay thế để tăng độ dính, khả năng phản ứng với bề mặt kim loại, sự thấm và bám dính vào xenlulo hay các bề mặt liên kết hydro. Một số elastome cacboxylic mềm gần lỏng, thậm chí lỏng, đã được sử dụng như chất tăng dính trong keo dán. Copolyme butadien acrylonitrin cacboxylic lỏng là một vật liệu thương mại thuộc dạng này.

3.7. Keo dán neopren

Keo dán chế tạo từ neopren được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp giày, ô tô, máy bay, tàu thủy, đồ gia dụng và các lĩnh vực công nghiệp khác. Tính chất của các kiểu neopren khác nhau và keo dán được làm từ chúng cũng như phương pháp sản xuất chúng sẽ được mô tả chi tiết.

- *Neopren*: Neopren là elastome tổng hợp đầu tiên, nó có nhiều tính chất giống cao su tự nhiên. Từ những sản phẩm thương mại đầu tiên năm 1931, nhiều loại polyme neopren đã được phát triển và nhiều công trình tổng hợp cũng như ứng dụng loại cao su này đã được công bố.
- *Keo dán neopren*: Trước khi giới thiệu neopren, elastome sẵn có duy nhất để sản xuất keo dán dung môi là cao su thiên nhiên nhưng keo dán cao su bị giới hạn sử dụng do một số tính chất bất lợi:

- 1) Các dung dịch cao su không được nghiền hay cao su nghiền nhẹ thường rất nhớt thậm chí ở hàm lượng rắn thấp, do đó khó áp dụng một lượng đủ để cho lớp màng khô có chiều dày thỏa mãn.
- 2) Màng cao su có độ bền dầu, chịu thời tiết, ozon và oxi hóa thấp vì thế chúng sẽ bị hỏng sau thời gian hoạt động tương đối ngắn.
- 3) Độ bền kết dính thấp của màng cao su tự nhiên chưa đóng rắn sẽ tăng lên nhờ sử dụng chất xúc tiến ở nhiệt độ phòng; tuy nhiên, các chất xúc tiến này có xu hướng đóng rắn quá cao su, kết quả là làm hư hỏng nhanh. Sự hư hỏng này có thể giảm nhờ các chất xúc tiến ít hoạt động hơn nhưng các chất xúc tiến này không dễ phản ứng ở nhiệt độ phòng mà tại đó đa số keo dán được sử dụng.

Mặc dù neopren đã được phát triển từ lâu nhưng ít khi được sử dụng cho keo dán vì những lý do sau:

- 1) Giá thành cao hơn 3-5 lần so với cao su tự nhiên.
- 2) Dung môi có giá thành cao như toluen thì mới hòa tan nó trong khi cao su tự nhiên tan trong naphta dầu mỏ giá thành thấp.
- 3) Để thu được độ nhớt nhất định, cần nhiều neopren hơn cao su tự nhiên.

Bất kỳ loại neopren tan nào đều có thể được sử dụng làm keo dán. Keo dán làm từ các loại neopren khác nhau có tính chất khác nhau. Phần thảo luận này nhấn mạnh vào việc sử dụng neopren kiểu AC (AD).

- *Neopren kiểu KNR*: được chú ý bởi khả năng được dẻo hóa của nó bằng hóa học hay nghiền tới một giới hạn lớn hơn bất kỳ kiểu nào khác thường được sử dụng trong keo dán. Màng chưa được đóng rắn của nó có độ bền kết dính tương đối thấp, do đó thường không được sử dụng rộng rãi trong các công thức keo dán.
- *Neopren kiểu GN & GNA*: Kết tinh chậm và được sử dụng khi cần lưu giữ độ dính kéo dài và không cần độ bền kết dính cao. Màng khô có thể đóng rắn dễ dàng ở nhiệt độ phòng hoặc nhiệt độ cao.

Kiểu GNA khác GN ở chỗ nó có chứa tác nhân chống lão hóa nhuộm màu và không thể sử dụng khi tiếp xúc với bất kỳ vật liệu nào, không mất màu khi tiếp xúc ánh sáng.

- *Neopren kiểu GRT*: (Có các tính chất giống kiểu GN); tuy nhiên nó khác ở chỗ tốc độ đóng rắn chậm, đôi khi thu được thời gian duy trì độ dính lâu hơn và độ bền dính cuối cùng thấp hơn.
- *Neopren kiểu W*: Kết tinh hay đôi khi đóng rắn nhanh hơn và tới một mức độ lớn hơn kiểu GN vì thế sẽ có độ bền kết dính ban đầu và sau cùng cao hơn.

Duy trì độ dính của màng neopren kiểu W tốt và chỉ thấp hơn rất ít so với kiểu GN. Keo dán neopren kiểu W được đánh giá là bền hơn kiểu GN, hơn nữa màng neopren kiểu W có thể đông rắn ở nhiệt độ phòng nhưng không nhanh như màng kiểu GN hay GNA.

- *Neopren kiểu WRT*: Có tính chất tương tự kiểu W nhưng khác ở chỗ nó không kết tinh tới bất kỳ giới hạn nào. Do thiếu sự đông đặc, độ bền kết dính sau cùng của màng thấp hơn.
- *Neopren kiểu WHV*: Có tính chất tương tự kiểu W nhưng khác ở chỗ có giá trị độ dẻo cao hơn nhiều, do đó keo dán kiểu WHV có độ nhót cao hơn và màng của chúng có độ bền kết dính cao hơn đáng kể. Trong chế tạo keo dán đòi hỏi độ nhót cao như lớp và thành thuyền lớp, neopren kiểu WHT đặc biệt có ích khi trộn hợp với các polyme khác để điều chỉnh độ nhót keo dán.
- *Neopren kiểu CG*: Là một loạt các polyme đông rắn nhanh được phát triển chủ yếu cho keo dán dung môi. Nó được sử dụng rộng rãi trong chiến tranh Thế giới II để khâu nối hàng rào khí cầu chắn máy bay. Sau chiến tranh, nó được sử dụng để gắn để giày và dán dải xốp chịu thời tiết cho cửa ô tô.

Do các đặc trưng đông rắn nhanh của neopren kiểu CG và giới hạn đông rắn, màng của nó phát triển độ bền kết dính ban đầu và cuối cùng cao. Mặc dù neopren kiểu CG làm keo dán tốt, một số nhược điểm có xu hướng giới hạn ứng dụng của nó:

- 1) Polyme thô mất màu trong khi lão hóa và sau một vài tháng có thể thay đổi từ màu vàng nhạt tới màu xanh cuối cùng là màu đen.
 - 2) Giá trị độ dẻo của polyme thô giảm khi lão hóa, vì vậy tỷ lệ độ nhót dung dịch so với thành phần rắn thay đổi.
 - 3) Các keo dán được tổng hợp từ kiểu CG có độ nhót thấp hơn khi chúng lão hóa và có thời gian bảo quản giới hạn khi chứa Mg và ZnO.
- *Neopren kiểu AC*: được phát triển để giảm bớt nhược điểm của kiểu CG và là một cải tiến quyết định. Ví dụ, kiểu CG sẽ có màu đen nếu lão hóa trong một thời gian dài ở nhiệt độ phòng trong khi AC sẽ trải qua sự thay đổi tối thiểu về màu. Thường thì nó sẽ chuyển sang màu xanh nhạt do sự nhiễm bẩn lượng vết muối sắt. Keo dán sẽ bị mất màu trong một số thùng chứa kim loại nhưng không nhiều như keo dán từ kiểu CG. Kiểu AC ổn định hơn kiểu CG mặc dù giá trị độ dẻo của nó giảm khi lão hóa và keo dán sẽ giảm chậm độ nhót.
 - *Neopren kiểu AD*: Đại diện cho các polyme đông rắn nhanh được phát triển muộn nhất cho keo dán và hiệu quả tương tự như kiểu AC.

ngoại trừ độ ổn định của polyme thô cao hơn về cả màu và giá trị độ dẻo. Độ ổn định của keo dán cũng cao hơn tương ứng với sự thay đổi màu cũng như độ bền khi lão hóa.

Neopren kiểu AD có thể tiếp xúc với nhiệt độ 70°C trong một vài tuần mà không thay đổi nhiều về màu sắc trong khi đó kiểu AC hầu như có màu đen trong 7 ngày ở cùng nhiệt độ. Sự khác biệt tương tự được lưu ý giữa keo dán của hai loại polyme bị lão hóa ở nhiệt độ cao.

Một trong các ưu điểm chính của kiểu AD là keo dán của nó (dung dịch đơn giản trong dung môi) có thể đóng gói trong thùng chứa kim loại mà không bị mất màu. Mặc dù keo dán này không có chất chống axit nhưng chúng vẫn được một số nhà sản xuất chế tạo. Keo dán neopren kiểu AD như trên không phân tán.

Màng neopren kiểu AD có chứa MgO và ZnO bền hơn nhiều so với các màng tương tự của kiểu AC; tuy nhiên nếu NA-22 được thêm vào màng neopren kiểu AD sẽ đóng rắn nhanh hơn.

3.7.1. Các loại keo dán neopren

Keo dán neopren có thể được chia thành hai loại chính đóng rắn và không đóng rắn. Keo dán đóng rắn được sử dụng ở nhiệt độ đủ cao để làm mềm một màng không đóng rắn và làm hỏng liên kết. Chúng có thể đóng rắn ở nhiệt độ phòng nhờ sử dụng chất siêu xúc tiến hoặc tác dụng nhiệt cho các chất xúc tiến ít hoạt động.

Khi sử dụng ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ cao, thường không cần đóng rắn màng neopren do nó có độ bền kết dính không lưu hóa tốt. Nhờ một số loại nhựa, có thể tổng hợp các màng không đóng rắn có độ bền kết dính cao ở nhiệt độ tương đối cao.

Các keo dán dung môi neopren có thể phân loại tùy ý thành keo dán giấy và keo dán công nghiệp. Keo dán giấy có thể được chia thành hai kiểu chính đó là tạm thời và vĩnh cửu. Ví dụ keo dán tạm thời sử dụng cho lớp đế. Trong đó để được giữ tại chỗ bởi keo dán chỉ tới khi được đóng đinh hay khâu. Trong khi đó một keo dán vĩnh cửu được sử dụng để gắn đế giấy mà không sử dụng đinh hay chỉ.

Keo dán công nghiệp có thể được sử dụng ở dạng đóng rắn và không đóng rắn. Keo dán không đóng rắn được dùng để gắn dải xốp chịu thời tiết cho cửa ô tô; keo dán đóng rắn được sử dụng để nối hàng rào khí cầu. Nếu keo dán chưa được đóng rắn, sự hư hỏng mỗi nối có thể xảy ra khi sử dụng khí cầu ở nhiệt độ cao 77°C .

3.7.2. Dung môi được sử dụng trong keo dán neopren

Neopren tan trong các hydrocacbon thơm như toluen, các hợp chất clo hóa như cacbon tetraclohua và một số xeton như metyl etyl xeton. Nó không tan trong các hydro cacbon béo, axeton hay etyl ancol. Neopren có thể hòa tan trong hỗn hợp các hydrocacbon thơm và béo, hỗn hợp dung môi được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp keo dán. Neopren tan một phần trong một số este như etylaxetat nhưng dễ tan trong hỗn hợp etyl axetat và hydrocacbon bao gồm các hydrocacbon béo trong đó chỉ neopren không hòa tan. Hỗn hợp xyclohexan và toluen có chứa 85% xyclohexan và 15% toluen hòa tan neopren khá dễ cho dù neopren không tan trong xyclohexan. Thực tế thú vị là neopren cho dù không tan trong một số dung môi riêng, sẽ hòa tan hoàn toàn trong hỗn hợp của chúng. Hai dung môi điển hình là axeton và hexan. Bảng 3.17 liệt kê một số hỗn hợp dung môi hai thành phần và khoảng độ tan tương đối của chúng tương ứng với lượng của mỗi cấu tử.

Bảng 3.17. Hỗn hợp dung môi hai thành phần cho neopren

Hỗn hợp A	Hỗn hợp B	Giới hạn min-max của hỗn hợp A (% thể tích)
Axeton	Xyclohexan	30-60
Axeton	Hexan	30-60
Axeton	Heptan	30-60
Axeton	Kerosen	30-60
Metyl etyl xeton	Hexan	30-100
Metyl isobutyl xeton	Hexan	30-100
Metyl axetat	Hexan	30-60
Etyl axetat	Hexan	40-80
Benzen	Hexan	40-100
Toluen	Hexan	40-100

Các giới hạn hòa tan ở trên được xác định với neopren chưa được nghiền kiểu GN và kiểu CG; tuy nhiên các giới hạn có thể tăng nếu polyme bị gãy mạch do nghiền.

Tất cả các keo dán hỗn hợp axeton của neopren kiểu GN và CG đều không bền, một số tạo gel sau khi bảo quản qua đêm ở 28°C và tạo gel hoàn toàn sau 24h ở 49°C. Keo dán được tổng hợp khi trộn với metyl etyl xeton hay các xeton cao hơn, metyl axetat hay etyl axetat như hỗn hợp A đều bền. Keo dán neopren kiểu AC, AD, W, WRT và WHV trong các dung môi có chứa axeton đều bền.

Keo dán được tổng hợp khi trộn với dung môi không thơm hay trong hỗn hợp thơm và không thơm ít nhất hơn keo dán được tổng hợp trong dung môi thơm và giảm độ nhớt ít hơn khi lão hóa.

Nhờ lựa chọn các thành phần dung môi khác nhau, có thể thu được các keo dán khác nhau về đặc trưng vật lý. Ví dụ, một keo dán neopren GN được tổng hợp khi trộn trong metylaxetat 30 thể tích và hexan 70 thể tích (metylaxetat là cấu tử bay hơi nhanh hơn). Màng keo dán trước tiên bị mất metyl axetat, để lại màng neopren và hexan trong đó neopren không tan. Vì neopren không tan trong chất lỏng còn lại và hexan bị hấp thụ bởi neopren tương đối nhỏ, toàn bộ chất lỏng bay hơi nhanh và độ bền liên kết ban đầu thu được khá cao. Do sự mất nhanh của metyl axetat và sự chuyển nhanh của hỗn hợp từ dung môi tới không dung môi, keo dán này có những bất lợi và thường không thực dụng.

Nếu metyl etyl xeton thay thế cho metyl axetat trong keo dán trên, hexan phần không dung môi trở thành cấu tử sôi thấp hơn và bay hơi với tốc độ nhanh hơn metyl etyl xeton. Do đó tỷ lệ metyl etyl xeton so với hexan lớn hơn khi màng mất dung môi. Neopren tan nhiều trong hỗn hợp metyl etyl xeton và hexan chứa từ 30-100% (thể tích) metyl etyl xeton, hỗn hợp còn lại ở mọi thời điểm là một dung môi cho neopren; do đó keo dán sẽ phun nhả bóng và không cho độ quánh.

Lựa chọn dung môi cho keo dán phụ thuộc tốc độ bay hơi mong muốn. Nếu liên kết được hình thành trong vài phút, cần sử dụng hỗn hợp dung môi bay hơi nhanh như hỗn hợp 1/3 mỗi loại toluen, hexan, etylaxetat. Nếu tốc độ bay hơi không quan trọng, dung môi như toluen với tốc độ bay hơi trung bình có thể sử dụng riêng.

Khả năng duy trì độ dính của một màng có thể thay đổi trong phạm vi hẹp nhờ sử dụng các dung môi khác nhau. Các keo dán với xylen sẽ duy trì độ dính của chúng trong khoảng thời gian dài hơn là trong toluen.

Dung môi được dùng để hòa tan neopren cũng ảnh hưởng tới độ nhớt của keo dán.

Thường thì hỗn hợp dung môi sẽ cho keo dán có độ nhớt thấp hơn là chỉ có dung môi hydrocacbon; ngoại trừ hỗn hợp 80/20 cyclohexan và toluen.

3.7.3. Độ tan của neopren

Độ tan của neopren đặc biệt phụ thuộc lượng gel có mặt. Nếu cấu trúc gel chiếm ưu thế, neopren có thể trương tốt ở trong dung môi. Tỷ lệ gel/sol giảm, polyme trở nên tan nhiều hơn và các hạt gel trương trở nên nhỏ hơn dễ thu được dung dịch đồng thể.

Tất cả các loại neopren có chứa gel, thành phần gel có thể giảm nhờ nghiền. Thời gian cần thiết để chuyển toàn bộ thành phần gel thành sol phụ thuộc vào kiểu neopren và lượng gel có mặt, vì vậy nó có thể thay đổi từ quá trình nghiền nhanh neopren kiểu AC tới 2 giờ cho neopren kiểu S.

Các neopren kiểu AD, W và WRT có hàm lượng gel thấp. Các polyme này hòa tan dễ dàng mà không nghiền bẻ gãy thu được keo dán có thể phết dễ dàng. Neopren kiểu WHV, cũng có hàm lượng gel thấp và hơn nữa sẽ hòa tan mà không nghiền để tạo thành dung dịch đồng thể.

Neopren kiểu CG và GN chứa lượng lớn gel khi mới được điều chế trừ khi độ dẻo thấp bất thường, do đó khi đưa chúng vào dung môi chúng sẽ trương nhưng không tan. Gel kiểu này sẽ giảm tương đối nhanh khi bảo quản và mẫu bị lão hóa sẽ tan hoàn toàn. Sự phân hủy gel sẽ xảy ra nhanh trong dung môi; hơn nữa khuấy liên tục trong thời gian tương đối ngắn sẽ chuyển hóa một keo dán tạo gel thành một keo dán đồng thể hoàn toàn, cung cấp gel không bị đóng rắn một phần do các thành phần trộn hợp hay toàn bộ nhiệt dư.

Neopren kiểu AC trong khoảng độ dẻo mềm sẽ tan mà không bẻ gãy. Gel trong vật liệu có khoảng độ dẻo cao hơn có thể dễ dàng chuyển thành sol nhờ nghiền nhưng sự thay đổi sẽ không diễn ra tới bất kỳ giới hạn nào khi lão hóa như với neopren kiểu GN và CG. Neopren kiểu AD chủ yếu là gel tự do và có thể hòa tan mà không nghiền để tạo thành các dung dịch đồng thể.

3.7.4. Trộn hợp neopren cho keo dán

3.7.4.1. Hợp phần cơ bản

Các thành phần neopren cho keo dán như đối với các ứng dụng khác có thể chứa MgO, ZnO và chất chống lão hóa thích hợp. Thành phần này sử dụng cho các khối keo cũng như các hợp phần không chịu tải và cần thiết để đảm bảo tính chất lão hóa tốt trong màng neopren. Các oxit kim loại hoạt động như các chất nhận axit và giảm thiểu sự hồng sợi mà màng tiếp xúc. Một keo dán phù hợp có thể coi như cơ sở cho các trộn hợp tiếp theo như sau:

Neopren	100 (PKL)
MgO nung nhẹ	4
Neozon D	2
ZnO	5
Dung môi	Như mong muốn

Một keo dán được tính toán để có độ bền bảo quản tốt phụ thuộc kiểu neopren được dùng, hơn nữa có thể được sử dụng mà không đông rắn. Màng được lắng đọng sẽ lưu hóa chậm ở nhiệt độ phòng. Sự lựa chọn neopren trong các keo dán phụ thuộc mục đích ứng dụng của nó.

Trong keo dán, kiểu AC hay AD thường tốt hơn bởi độ bám dính nhanh và độ bền liên kết cao đạt được ngay sau khi liên kết các bề mặt được kết dính. Đây là kết quả của mức độ đông đặc cao hay kết tinh trong các kiểu neopren này.

Khi cần duy trì độ dính lâu hơn, kiểu W và WRT có thể được sử dụng riêng hay trộn lẫn với kiểu AC và AD.

3.7.4.2. Chất độn

Các chất độn truyền thống như đất sét, oxit silic và than đen có thể thêm vào hợp phần cơ bản để giảm giá thành của keo dán, tuy nhiên điều này sẽ giảm bớt độ bền dính của màng. Chúng cũng có thể được thêm vào keo dán để gia cường nhưng không được sử dụng cho một số mục đích bởi các chất độn khác như canxisilicat hydrat hóa và silic kết tủa hiệu quả hơn nhiều. Ảnh hưởng của canxisilicat tới độ bền kết dính của màng neopren so với đất sét được chỉ ra trong bảng 3.18.

Bảng 3.18. Ảnh hưởng canxi silicat hydrat hóa tới độ bền màng neopren kiểu GN (PKL)

Hợp phần số	1	2	3	4
Neopren kiểu GN	100	100	100	100
MgO	4	4	4	4
Neozon D	2	2	2	2
ZnO	5	5	5	5
Canxi silicat	-	10	20	-
Sét	-	-	-	20
Toluen		25%	rắn	
Độ bền dính (vải -vải) kg/m	1,61	4,65	5,91	1,25
Độ bền keo dán ở 70°C thủy tinh	5	9	11	7

Canxisilicat cải thiện cả độ bền kết dính của màng và độ bền của keo dán. Sự có mặt đất sét làm tăng nhẹ độ bền keo dán ở 70°C nhưng giảm độ bền dính màng. Canxi silicat tăng độ bền dính của các kiểu neopren khác cũng như kiểu GN, tuy nhiên nếu được sử dụng trong các keo dán

kiểu W, WRT, AC, AD hay WHV, nó gây ra biến dạng chỉ với 2 phần trên cơ sở 100 phần neopren. Độ biến dạng có thể loại bỏ nhờ thêm khoảng 10 phần nhựa phenolic hoặc nhựa nhiệt dẻo hay hoạt động nhiệt.

3.7.4.3. Nhựa

Các loại nhựa khác nhau thường được thêm vào keo dán neopren để thu được khả năng duy trì độ dính lâu hơn, lớn hơn hay độ bám dính với các bề mặt đặc biệt. Một số loại nhựa là nhựa nhiệt dẻo điểm chảy thấp, trong khi đó các nhựa khác phản ứng với các oxit để cho nhựa biến tính có độ bền nhiệt cao.

Nhóm đầu tiên bao gồm một số nhựa phenolic, ví dụ nhựa được biến tính với tecpen, nhựa coumaron - inden, nhựa thông hydro hóa... Tất cả các loại nhựa này kéo dài thời hạn dính của keo dán neopren nhưng chỉ phenolic cho các tính chất bám dính đặc trưng với kim loại, thủy tinh hay các bề mặt cứng khác... Sử dụng bất kỳ nhựa nhiệt dẻo nào trong số này sẽ làm cho độ bền nhiệt của màng khô giảm nhưng có thể có ảnh hưởng đáng kể tới độ bền kết dính ở nhiệt độ phòng.

Một số nhựa phenolic như nhựa trên cơ sở butylphenol là nhựa nhiệt dẻo điểm chảy thấp ở dạng ban đầu của chúng, tuy nhiên chúng có khả năng phản ứng với một số oxit như MgO để tạo thành nhựa biến tính với điểm chảy cao vượt quá 260°C. Màng keo dán neopren chứa nhựa biến tính nhả dung môi rất nhanh và có độ bền kết dính cao, cả ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ cao. Nhựa biến tính tan trong các dung môi thường được sử dụng trong dung dịch neopren và tương hợp với chính neopren.

MgO sẽ phản ứng với nhựa ở nhiệt độ phòng hoặc bùn MgO trong dung môi hay trong chính keo dán chứa MgO. Nhựa và oxit sẽ không phản ứng khi thiếu nước. Khi có mặt 1 phần nước/100phần neopren, phản ứng diễn ra trong 30phút hay ngắn hơn. Để minh họa phản ứng của nhựa và MgO, một số bùn chứa các tỷ lệ khác nhau của nhựa so với MgO được khuấy trong 72 giờ. MgO dư được lọc và dung môi trong nước lọc được thẩm bay hơi ở nhiệt độ phòng. Điểm chảy và % tro được xác định theo nhựa thu được. Các kết quả thu được minh họa trong bảng 3.19.

Các kết quả chỉ ra rằng lượng MgO tối ưu khoảng 10% trọng lượng nhựa. Tỷ lệ này được coi là nhỏ nhất để sử dụng trong keo dán neopren. Phản ứng giữa nhựa và MgO ở nhiệt độ phòng trong toluen chủ yếu hoàn thành trong 1 giờ.

Phản ứng nhựa- MgO diễn ra dễ dàng trong hỗn hợp chứa những lượng bằng nhau của hexan và toluen hay toluen, etylaxetat và hexan. Phản ứng không dễ xảy ra trong xeton, este hay hỗn hợp một este với

toluen. Tốc độ phản ứng chậm có thể giải thích tại sao keo dán được tổng hợp trong hỗn hợp dung môi lại không bền-nhiệt so với keo dán được tổng hợp trong toluen và naphta dầu mỏ. Độ bền nhiệt của tất cả keo dán cải thiện theo tuổi thọ keo dán.

Bảng 3.19. Ảnh hưởng của lượng MgO tới nhựa phenolic hoạt động nhiệt

Nhựa hoạt động nhiệt		45 (PKL)
Benzen		450 (PKL)
MgO		X
MgO	Tro (%)	điểm chảy (°C)
0	0.05	85
0.5	1.25	111.6
1.0	2.17	147.4
1.5	3.1	153
2.0	4.0	156
2.5	4.8	196 bị phân hủy
4.0	7.2	265 phân hủy
8.0	7.0	260 phân hủy

Ảnh hưởng có lợi của nhựa hoạt động nhiệt tới độ bền của màng keo dán neopren kiểu AC được chỉ ra trong bảng 3.20.

Bảng 3.20. Ảnh hưởng của nhựa hoạt động nhiệt tới màng kiểu AC (PKL)

Hợp phần số	1	2
Neopren kiểu AC	100	100
MgO	4	4
ZnO	5	5
Nhựa hoạt động nhiệt	-	45
Toluen	25% chất rắn	
Độ bám dính (vải-vải) g/cm		
ở 24°C (đông lạnh)	55A	57A
ở 24°C (đông lạnh)	14C	51A
ở 60°C	1C	20C

A = hồng ở bề mặt vải

C = hồng màng keo dán

Trước đây, kiểu dung môi được sử dụng trong keo dán sẽ ảnh hưởng tới độ bền nhiệt của màng neopren chứa nhựa bền nhiệt biến tính. Sự khác biệt liên quan đến tốc độ mà tại đó MgO và nhựa phản ứng trong các dung môi khác nhau. Điều này được minh họa bởi độ bền nhiệt thấp hơn của màng lắng đọng từ keo dán mới được tổng hợp tăng tới mức bình thường theo tuổi thọ keo dán như chỉ ra trong bảng 3.21. Kết quả chỉ ra rằng với các dung môi khác ngoài dung môi thơm, độ bền nhiệt của màng sẽ được cải thiện nếu keo dán được lão hóa trước khi sử dụng. Sự khác nhau về tuổi thọ của keo dán chỉ quan sát được khi kiểm tra ở 60°C, không có sự khác biệt ở 18°C.

Bảng 3.21. Ảnh hưởng của dung môi tới độ bền nhiệt của màng neopren (PKL)

Hợp phần số	1	2	3	4	5
Neopren kiểu AC	100	100	100	100	100
MgO	4	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5	5
Nhựa hoạt động nhiệt	45	45	45	45	45
Toluen	600	-	120	-	120
Etyl axetat	-	-	-	300	-
Metyl etyl xeton	-	300	240	-	300
Naptha dầu mỏ	-	300	240	300	300
Độ bám dính (vải- vải) kg/cm	3580	1253	895	1074	1611
Keo dán ban đầu 60°C	4296	3222	2864	3043	3222
Keo dán lão hóa (30 ngày ở 24°C)					

Ảnh hưởng của lượng nhựa hoạt động nhiệt có mặt trong keo dán tới độ bền nhiệt của màng được chỉ ra trong bảng 3.22.

Bảng 3.22. Ảnh hưởng lượng nhựa khác nhau tới độ bền nhiệt của màng kết dính neopren kiểu AC (PKL)

Hợp phần số	1	2	3	4
Neopren kiểu AC	100	100	100	100
MgO	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5
Nhựa phenolic hoạt động nhiệt	-	10	20	40
Toluen	20% tổng rắn			
Độ bám dính (vải - vải) g/cm				
Ban đầu	537	1253	1611	3043

Gần đây, có thể thấy rằng trong một số ứng dụng đòi hỏi màng keo dán bền nhiệt cao, độ bám dính thu được ở 60°C là không chính xác. Keo dán cho kết quả tương tự ở 60°C nhưng khác nhiều khi kiểm tra ở 80°C . Sự khác biệt này được minh họa bởi dữ liệu trong bảng 3.23, thu được đối với cùng một keo dán chỉ khác nhau ở tuổi thọ tại thời điểm kiểm tra.

Bảng 3.23. Ảnh hưởng của tuổi thọ keo dán tới độ bền nhiệt

Công thức (PKL)		
Neopren kiểu AC	100	
MgO	4	
ZnO	5	
Nhựa bền nhiệt	45	
Toluen	462	
Độ bám dính, g/cm	Tuổi thọ keo dán	
	24 giờ	6 tuần
ở 24°C	9308	9129
60°C	3222	3938
80°C	537	2685

Cải thiện độ bền kết dính của màng ở 80°C có thể đạt được nhờ một số phương pháp. Một trong số đó là làm cho keo dán lão hóa ở nhiệt độ phòng hay nghiền nóng hợp phần dư, tuy nhiên không tới mức mà nó không tan trong dung dịch đồng thể.

Các kết quả tương tự cũng thu được khi keo dán bị lão hóa ở nhiệt độ cao trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Một dung dịch neopren kiểu AC và AD mới được tổng hợp chứa nhựa hoạt động nhiệt sẽ duy trì độ bền ở 70°C từ 17- 20 ngày. Ví dụ, nếu lão hóa polyme hay dung dịch, độ bền có thể giảm trong 5-7 ngày, kết quả tốt thường thu được ở 80°C .

Thường thì keo dán neopren chứa nhựa hoạt động nhiệt và MgO, ZnO sẽ tách thành hai pha. Các keo dán được tách thành một chất lỏng nổi, trong với ZnO lơ lửng và các chất độn lắng xuống phía dưới. Trong phương pháp truyền thống để điều chế chất keo dính neopren, hợp phần cơ bản trước tiên được hòa tan trong dung môi, tuy nhiên nếu nhựa và MgO được thêm vào dung môi và để phản ứng trước khi hợp phần nghiền được hòa tan thì rất ít hay không có sự tách pha diễn ra trong toluen hay hỗn hợp của toluen và xăng.

Keo dán neopren kiểu W tách tới một mức lớn hơn là các keo dán được tổng hợp từ kiểu AC hay AD, do đó các keo dán kiểu W chưa nghiền là tồi nhất. Nếu neopren kiểu W chưa nghiền được thêm vào dung môi với MgO, ZnO và nhựa được khuấy đến dung dịch đồng thể, khoảng 70% quá trình lắng sẽ xảy ra trong 1 giờ, tuy nhiên nếu neopren kiểu W chưa nghiền và ZnO được thêm vào bùn chứa MgO và nhựa phản ứng trước, không xảy ra sự tách pha trong 30 ngày.

Để giảm thiểu sự tách pha của dung dịch neopren, nhựa và MgO có thể phản ứng trong dung môi trước khi hợp phần cơ bản được thêm vào. Nếu hợp phần nghiền chứa ZnO, nó cũng thường chứa 4 phần MgO để ngăn sự kết tinh có thể xảy ra khi có mặt thành phần ổn định này. Nói cách khác, keo dán neopren chứa nhựa hoạt động nhiệt sẽ sử dụng 8 phần MgO tốt hơn là 4 phần như thông thường. Tăng MgO không có hại nhưng có xu hướng tăng độ bền kết dính màng keo dán. Khoảng thời gian cần thiết cho phản ứng này thay đổi từ 1-72 giờ thậm chí lâu hơn phụ thuộc dung môi hay hỗn hợp dung môi sử dụng. Dung môi được dùng nhiều nhất là toluen hay hỗn hợp 50-50 toluen và naphta dầu mỏ như hexan.

3.7.4.4. Tác nhân đóng rắn

Tất cả các neopren được sử dụng trong keo dán có thể được trộn hợp để đóng rắn ở nhiệt độ phòng. Sự lựa chọn hệ đóng rắn và lượng cần thiết phụ thuộc kiểu neopren và điều kiện mà tại đó keo dán được sử dụng.

Lượng MgO và ZnO sử dụng trong keo dán neopren sẽ ảnh hưởng tới quá trình đóng rắn chậm ở nhiệt độ phòng. Sự đóng rắn này được tăng tốc ở nhiệt độ cao.

Neopren kiểu W đóng rắn chậm hơn và được trợ đóng rắn ở nhiệt độ cao nhờ thêm chất xúc tiến như NA-22. Cho dù chất xúc tiến này thúc đẩy quá trình đóng rắn neopren kiểu G nhưng nó cũng làm tăng tính không bền của keo dán.

Thiocacbanilit là một chất xúc tiến đóng rắn nhiệt hiệu quả cho keo dán kiểu AC, thường thì nó được thêm dưới dạng dung dịch trong methyl ethyl xeton. Ảnh hưởng đóng rắn của chất xúc tiến này được chỉ ra trong bảng 3.24.

Tính ổn định tuyệt vời của keo dán chứa thiocacbanilit được chứng minh bởi thực tế, độ nhớt của keo dán này sau khi bảo quản 6 tuần ở 28°C chỉ tăng tới 3600cps từ giá trị ban đầu là 2000cps.

Bảng 3.24. Đóng rắn neopren kiểu AC với thiocacbanilit (PKL)

Điều kiện đóng rắn	Độ bám dính ở 60°C (g/cm)	
	Đối chứng	Đối chứng thêm 2% thiocacbanilit
1 ngày ở 28°C	716	716
2 ngày ở 28°C	716	1790
4 ngày ở 28°C	716	1790
6 ngày ở 28°C	716	2148
1 giờ ở 70°C	627	627
2 giờ ở 70°C	627	3938
15 phút ở 100°C	895	2148
30 phút ở 100°C	985	4117

Hỗn hợp litharge và chất xúc tiến 808 hay chất xúc tiến 833 được dùng trong hệ đóng rắn ở nhiệt độ phòng cho neopren kiểu CG, GN và KNR. Các hỗn hợp này cũng hiệu quả để đóng rắn neopren kiểu AC và AD, nhưng tốc độ đóng rắn chậm hơn. Nếu 2- 4 phần lưu huỳnh được thêm vào keo dán kiểu AC và AD, thì quá trình đóng rắn tương đối nhanh ở nhiệt độ phòng. Litharge thường được thêm dưới dạng bùn sau khi nghiền bi. Do “chất xúc tiến” 808 hay 833 hoạt động hơn, nó thường được thêm vào riêng. Hệ đóng rắn được xúc tiến để đóng rắn nhanh sẽ giảm thời hạn làm việc của keo dán, do đó keo dán được xúc tiến chỉ được chuẩn bị trước khi sử dụng.

Ảnh hưởng tới quá trình đóng rắn ở nhiệt độ phòng của litharge và “chất xúc tiến” 808 đối với neopren kiểu GN được chỉ ra trong bảng 3.25.

Bảng 3.25. Đóng rắn ở nhiệt độ phòng của neopren kiểu GN nhờ litharge và chất xúc tiến 808

Hợp phần cơ bản (PKL)				
Neopren kiểu GN	100			
MgO	4			
ZnO	5			
Toluen	327			
Tổng số	463			
Hợp phần số	27	28	29	30
Keo dán (PKL)				
Hợp phần cơ bản	436	436	436	436
Litharge (50% trong toluen)	-	20	20	20
“Chất xúc tiến” 808	-	2	4	8
Độ bám dính (vải - vải) g/cm thử ở 60°C và lão hóa ở 24°C sau:				
1 ngày	0	2	3	7
2 ngày	0	3	7	12
4 ngày	0	6	11	21
8 ngày	0	10	18	30

Trietyl trimetylen triamin (TTT) khi dùng riêng hay kết hợp với litharge sẽ đông rắn các màng neopren kiểu AC, AD hay W, như minh họa trong bảng 3.26.

Bảng 3.26. Ảnh hưởng đông rắn của trietyl trimetylen triamin tới keo dán neopren kiểu AC (PKL)

Hợp phần số	1	2	3
Neopren kiểu AC	100	100	100
MgO	4	4	4
ZnO	5	5	5
Neozon D	2	2	2
Lưu huỳnh	-	-	2
Litharge	-	20	20
T.T.T	4	4	4
Toluen	400	400	400
Độ bền kết dính ở 60°C, g/cm sau lão hóa ở 24°C:			
1 ngày	1432	1969	2685
2 ngày	2685	3043	3043
4 ngày	3580	4296"	4296"

3.7.5. Tính chất của keo dán neopren

3.7.5.1. Khả năng duy trì độ dính

Kiểu polyme cũng như thành phần trộn hợp được sử dụng có ảnh hưởng rõ rệt tới khả năng duy trì độ dính của keo dán; Ví dụ, dung dịch neopren kiểu GN, W hay WRT và lắng đọng một màng sẽ duy trì độ dính của nó trong vài ngày trong khi màng neopren đông đặc nhanh như neopren kiểu CG, AC và AD sẽ mất độ dính của chúng trong 1 giờ thậm chí ngắn hơn.

Keo dán neopren kiểu AC có chứa 50 phần nhựa tecpen phenolic và 100 phần neopren sẽ duy trì độ dính trong thời gian 72 giờ ở nhiệt độ phòng. Nếu sử dụng nhiều hay ít hơn 50 phần nhựa thì thời gian duy trì độ dính sẽ giảm.

Mặc dù keo dán tinh khiết chứa 50 phần nhựa duy trì độ dính của nó trong thời gian dài nhưng keo dán đó không được dùng khi tiếp xúc với sợi do nó không chứa chất nhận axit. Khi MgO và ZnO được thêm vào như là một chất nhận axit, thời gian duy trì độ dính kéo dài chỉ thu được

khí keo dán mới được tổng hợp. Nếu keo dán được để yên một vài ngày ở nhiệt độ phòng trước khi kiểm tra thì chỉ thu được độ dính rất thấp sau một vài giờ. Nếu 10 phần ZnCO_3 được sử dụng như là chất nhận axit thay cho MgO và ZnO thì từ 24-48 giờ, độ dính thu được hoặc với keo dán mới tổng hợp hoặc để lão hóa sau vài tháng. Một bất lợi khi sử dụng ZnCO_3 là vật liệu thường có kích thước hạt lớn hơn nhiều so với MgO hay ZnO , quá trình lắng trong dung dịch xảy ra nhanh hơn. Quá trình lắng này gần như không được chú ý, tuy nhiên, trong keo dán có độ nhớt cao, có thể cải thiện quá trình lắng khi nghiền bị cacbonat với dung môi và thêm chúng dưới dạng bùn. ZnCO_3 có xu hướng lưu hóa neopren kiểu AC khi nghiền và nếu cần nên sử dụng máy nghiền lạnh hay có thể thêm 10 phần của nhựa teepen phenolic vào mẻ nghiền trước khi thêm ZnCO_3 .

Sử dụng neopren kiểu W hay WRT để đảm bảo khả năng duy trì độ dính lâu sẽ dẫn tới mất độ bền kết dính do không có khả năng đông đặc nhanh như neopren kiểu AC. Do vậy nhờ nhựa phenolic hoạt động nhiệt, keo dán thu được có khả năng duy trì độ dính tương đối lâu kèm theo độ bền kết dính cao ở cả nhiệt độ thường và nhiệt độ cao. Các kết quả thu được khi sử dụng các keo dán đó được chỉ ra trong bảng 3.27.

Thêm 30 phần nhựa không chỉ cải thiện khả năng duy trì độ dính mà còn tăng đáng kể độ bền kết dính của màng ở nhiệt độ phòng và ở 61°C .

Bảng 3.27. Keo dán độ bền cao có khả năng duy trì độ dính lâu (PKL)

Hợp phần số	1	2	3	4	5	6
Neopren kiểu AC	100	100	-	-	-	-
Neopren kiểu W	-	-	100	100	-	-
Neopren kiểu WRT	-	-	-	-	100	100
MgO	4	4	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5	5	5
Nhựa hoạt động nhiệt	-	30	-	30	-	30
Toluen	400	400	400	400	400	400
Độ bám dính (vải -vải) g/cm						
Đông đặc 24°C	8771A	8950A	4117C	5728A	4296C	7160A
Loại bỏ đông đặc 24°C	4475	6802	2506	4296	3580	5370
Ban đầu 61°C	358	1790	179	895	179	537
61°C sau 2 giờ ở 50°C	3938	6086	2148	3938	716	4475
Duy trì độ dính (giờ)	89,5	716	4296	12888	21480	21480

Nhựa được sử dụng ở thí nghiệm trên không hiệu quả để tăng độ bền nhiệt khi MgO và ZnO đã bị bỏ qua từ công thức keo dán. Khả năng duy trì độ dính của keo dán neopren kiểu AC (hay AD) cũng có thể tăng nhờ trộn neopren kiểu W hay WTR với kiểu AC (hay AD). Các kết quả thu được

khí trộn các neopren được chỉ ra trong bảng 3.28.

Bảng 3.28. Ảnh hưởng của hỗn hợp neopren kiểu W và WRT với kiểu AC tới khả năng duy trì độ dính (phần khối lượng)

Hợp phần số	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Neopren kiểu AC	100	-	-	25	50	75	25	50	75
Neopren kiểu W	-	100	-	75	50	25	-	-	-
Neopren kiểu WRT	-	-	100	-	-	-	75	50	25
MgO	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bazo	168	168	168	168	168	168	168	168	168
Toluen	504	504	504	504	504	504	504	504	504
Độ bám dính (vải - vải) g/cm									
Ở 24°C (đồng đặc)	10024A	3222C	3043C	9845A	10382A	10740A	4654C	8055A	845A
Duy trì độ dính (giờ)	89,5	8592	8592	4475	895	358	8592	4296	37

Kết quả chỉ ra rằng khả năng duy trì độ dính có thể kéo dài mà không ảnh hưởng tới độ bền kết dính của màng, ví dụ, màng neopren kiểu AC có thời gian dính chỉ 30 phút với độ bền kết dính ít nhất là 10024 g/cm. Trộn 75phần neopren kiểu W với 25phần neopren kiểu AC, khả năng duy trì độ dính được kéo dài trong 24giờ trong khi độ bền kết dính vẫn duy trì cao ở 10024 g/cm.

3.7.5.2. Độ bám dính của neopren với các vật liệu khác nhau

Các keo dán được tổng hợp từ bất cứ kiểu neopren nào sẽ bám dính với hầu hết vật liệu xốp như sợi bông, da... Để cho phép neopren bám dính với sợi, từ các vật liệu như nylon và sợi polyeste hay các vật liệu không xốp như kim loại và thủy tinh, nhựa phenolic phải được bổ sung vào keo dán.

Nhựa thường được sử dụng với neopren là phenolic biến tính tan trong dầu, hoặc là nhựa nhiệt dẻo hay hoạt động nhiệt. Các nhựa nhiệt rắn chứa hexametylen tetramin thường không được sử dụng do tính tương hợp giới hạn của chúng với neopren.

Để đạt độ bám dính tối ưu với kim loại, có thể cần tới 100-200 phần khối lượng nhựa; tuy nhiên màng chứa lượng lớn nhựa có xu hướng giòn khi lão hóa, do đó độ bám dính cuối cùng có thể kém. Trong hầu hết các trường hợp, để sử dụng lượng nhựa nhỏ hơn, ví dụ 40-50 phần khối lượng mặc dù độ bám dính ban đầu thấp hơn nhưng sẽ có độ bền sau cùng tốt hơn bởi vì màng có chứa lượng nhựa thấp hơn không bị giòn. Một lý do khác để lựa chọn lượng nhựa nhỏ hơn là keo dán chứa lượng nhựa lớn hơn có khả năng duy trì độ dính giới hạn, do đó liên kết thường

khô trừ khi các bề mặt được ghép với nhau trong khi keo dán thường không ướt.

Độ bám dính của màng neopren kiểu AC có và không có nhựa với các vật liệu khác được chỉ ra trong bảng 3.29.

Bảng 3.29. Ảnh hưởng của nhựa tới độ bám dính của keo dán neopren với các vật liệu khác nhau (PKL)

Hợp phần số	1	2
Neopren kiểu AC	100	100
MgO	4	4
ZnO	5	5
Nhựa phenol (hoạt động nhiệt)	-	45
Toluen	436	616
Độ bám dính (bóc), g/cm ở 24°C		
Kết cấu lão hóa sau 7 ngày ở 24°C		
Vải - thép	895	10382
Vải - nhôm	1074	10203
Vải - thủy tinh	895	8055
Vải - "Lucite"	3043	11098
Nylon - nylon	537	8055
Sợi tơ - sợi tơ	716	6802

3.7.5.3. Độ bền của màng neopren khô

Keo neopren được làm khô để bảo quản, khi cần sử dụng keo khô được hoạt hóa trở lại bởi nhiệt hay dung môi. Tuy nhiên nếu keo dán có chứa chất đóng rắn hoạt động ở nhiệt độ phòng thì quá trình bảo quản sẽ giảm dần độ dính khi hoạt hoá lại. Do vậy, keo dán truyền thống chứa 4 phần MgO và 5 phần ZnO không được dùng. Trong khi keo dán tương đối bền thì, màng khô sẽ bị đóng rắn một phần.

Công thức trong bảng 3.30 bổ sung canxisilicat và nhựa phenolic hoạt động nhiệt làm tăng độ bền.

Bảng 3.30. Ảnh hưởng của nhựa tới độ bền keo dán (PKL)

Neopren kiểu W	100
Chất chống lão hóa	2
Xilen	10
MgO	4
ZnO	5
Nhựa hoạt động nhiệt	20
Dung môi	cần thiết

Tecpen phenolic có thể thay thế nhựa hoạt động nhiệt để đạt độ bền

lớn hơn và tính chất hoạt động nhiệt tốt hơn nhưng độ bền kết dính ở nhiệt độ cao sẽ thấp hơn. Tuy nhiên trong hầu hết các ứng dụng, công thức thỏa mãn khi màng khô sẽ giữ ổn định và có khả năng được hoạt hóa nhiệt hay dung môi trong ít nhất 4 tuần bảo quản ở 24°C.

3.7.5.4. Điều chỉnh độ nhớt của keo dán neopren

Độ nhớt của keo dán neopren có thể điều chỉnh bằng một số phương pháp:

- 1) *Thay đổi hỗn hợp dung môi*: phương pháp này chỉ có ảnh hưởng giới hạn tới độ nhớt, vì vậy nó không được sử dụng trong phạm vi rộng.
- 2) *Thay đổi thời gian nghiền bé gây liên kết*: thay đổi thời gian nghiền có ảnh hưởng rõ rệt đến độ nhớt keo dán. Ảnh hưởng của polyme kiểu G lớn hơn nhiều so với kiểu W hay AC và AD do đó phương pháp này cũng bị hạn chế...
- 3) *Trộn lẫn với neopren kiểu WHV*: Đây có thể là phương pháp thực dụng nhất để điều chỉnh độ nhớt của keo dán neopren khi thêm vào những lượng khác nhau neopren kiểu WHV, nghiền hoặc chưa nghiền (bảng 3.31).

Bảng 3.31. Ảnh hưởng của neopren kiểu WHV nghiền tới độ nhớt của keo dán kiểu AC (PKL)

Hợp phần số	1	2	3	4	5
Neopren kiểu AC (nghiền)	100	75	50	25	0
Neopren kiểu WHT (nghiền)	0	25	50	75	100
MgO	4	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5	5
Toluen	433	433	433	433	433
Độ nhớt, cps	2400	2600	3400	4000	4800
Độ bám dính (vải - vải) g/cm					
24°C (đông đặc)	9308A	8950A	8950A	10203A	3580C
24°C (chưa đông đặc)	2685C	2685C	2685C	3401C	3043C

Đặc tính đông đặc của keo dán neopren kiểu AC và hỗn hợp chứa polyme này được chú ý nhờ độ bền cao của màng đông đặc. Trong tất cả các hỗn hợp, thậm chí hỗn hợp chỉ chứa 25% neopren kiểu AC, độ kết dính lớn hơn độ bám dính vào vải. Mức độ đông đặc thấp hơn của neopren kiểu WHV có thể thấy trong các kết quả với keo dán chỉ chứa polyme này. Trong tất cả các trường hợp, màng chứa hỗn hợp neopren kiểu AC và kiểu WHV giảm khoảng 60% độ bền dính nhờ làm ẩm dư

loại bỏ đông đặc. Độ nhớt của keo dán neopren kiểu AC có thể tăng thậm chí rõ hơn nhờ thêm neopren kiểu WHV chưa nghiền.

Keo dán cho dung dịch đồng thể vì kiểu WHV là một polyme sol. Tỷ lệ WHV so với AC lớn hơn 1:1 không được kiểm tra bởi nó cho thấy rằng trong hầu hết các ứng dụng, tỷ lệ lớn hơn sẽ thu được keo dán quá nhớt. Độ bám dính của tất cả các keo dán gần như không tương ứng với lượng WHV thêm vào.

3.7.6. Ảnh hưởng của các vật liệu chứa tới keo dán neopren

Ảnh hưởng của thùng chứa trong đó keo dán neopren được bảo quản hay đóng kiện phụ thuộc kiểu neopren cũng như thành phần trộn hợp được sử dụng.

- **Sắt:** Thê tích lớn keo dán được bảo quản hay đóng trong thùng chứa bằng sắt và thép. Các dung dịch đơn giản của neopren từ các dung dịch neopren kiểu W, WRT, WHV và AD sẽ bị sẫm màu trong sắt và có xu hướng tạo gel trước. Để ngăn chặn điều này, cần phải thêm một chất nhận axit như MgO và ZnO vào keo dán.

Dung dịch neopren kiểu W, AD, WRT hay WHV không bị mất màu khi tiếp xúc với sắt và dung dịch trong toluen chỉ bị mất màu nhẹ sau khi bảo quản trong 30 ngày ở 70°C khi tiếp xúc với gỗ, thép. Keo dán neopren kiểu GN hay CG được bảo quản trong cùng điều kiện để trở thành đen khi tiếp xúc ánh sáng trong 1-2 ngày.

- **Đồng thau:** Dung dịch neopren từ bất kỳ kiểu nào trừ kiểu W, AD, WHV và WRT sẽ bắt đầu mất màu trong một vài phút khi tiếp xúc với đồng thau. Trong 1 giờ dung dịch hầu như trở nên đục đỏ thẫm. MgO và ZnO sẽ không giảm toàn bộ tốc độ và giới hạn mất màu.
- **Thủy tinh:** Vì một số lý do, keo dán neopren được bảo quản trong thủy tinh ở 70°C bị tạo gel trong thời gian ngắn hơn khi được bảo quản trong nhôm hay thậm chí trong chì. Mặc dù nguồn gốc kiềm trong thủy tinh có thể gây ra sự tạo gel sớm, tuy nhiên rửa thủy tinh với axit và làm khô không ảnh hưởng đến độ bền. Vẫn chưa biết được rằng có hiệu ứng giảm độ bền keo dán hay không, hay nhôm hoạt động theo cách nào để làm bền nó.
- **Chì:** Thùng chứa bằng chì hay hợp kim thiếc - chì là không đúng nguyên tắc đối với keo dán neopren bởi nó gây ra sự tạo gel sớm của một số keo dán. Sự tạo gel sớm trong thùng chứa bằng chì chỉ được quan sát với keo dán neopren kiểu G, và thấy rằng keo dán được trộn hợp chứa MgO và ZnO có thể được bảo quản trong thùng chứa này.

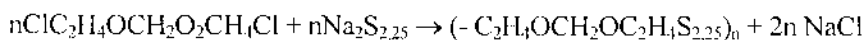
- *Nhôm*: Kim loại này là vật liệu chứa thỏa mãn nhất trong số các vật liệu được kiểm tra. Keo dán trộn hợp được bảo quản trong nhôm bền hơn khi bảo quản trong thủy tinh.
- *Thiếc*: Mặc dù kim loại này thỏa mãn nhưng không tốt bằng nhôm. Vật liệu thường hay được sử dụng nhất để bảo quản và đóng kiện keo dán neopren với lượng lớn là sắt. Các thùng chứa được lót một lớp đệm epoxy và nhựa phenolic đã được sử dụng thành công trong thương mại để đóng kiện keo dán neopren.

3.8. Các chất hàn gắn và keo dán trên cơ sở polysulfua

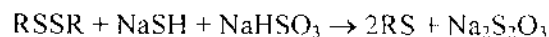
3.8.1. Chất hàn gắn polysulfua

3.8.1.1. Hóa học chung

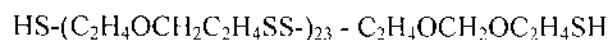
Quá trình tổng hợp các polyme lỏng polysulfua liên quan đến phản ứng của bis- cloro etyl formal với dung dịch natri polysulfua có chứa chất nhũ hóa đặc biệt và tác nhân tạo mầm như sau:



Ở bước tiếp theo, polyme trọng lượng phân tử cao tách thành mảnh sau đó ngắt mạch bởi nhóm mercaptan:



Nồng độ muối tách ra chỉ phối trọng lượng phân tử trung bình của LP-2 và LP-32 theo công thức sau:



Cả hai polyme được tổng hợp với trọng lượng phân tử trung bình 4000 và chúng chỉ khác nhau ở % mol của tác nhân tạo lưới (trichloro propan) được sử dụng trong phản ứng đầu. LP-2 được tổng hợp nhờ sử dụng 2% mol trichloro propan, trong khi đó LP-32 được tổng hợp với 0,5%.

Giảm tác nhân tạo lưới cho mô đun thấp hơn và độ đàn hồi cao hơn trong những ứng dụng liên quan đến chuyển động lớn. Đôi khi, LP-31 được sử dụng làm vật liệu hàn gắn và khác với LP-32 ở chỗ nó có trọng lượng phân tử và độ nhớt cao hơn. Các tính chất vật lý của ba polyme sử dụng trong vật liệu hàn gắn được so sánh trong bảng 3.32.

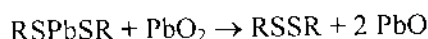
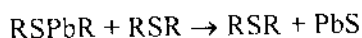
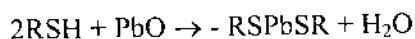
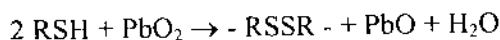
Polyme lỏng có nhóm mercaptan cuối mạch dễ bị trùng hợp thành chất rắn đàn hồi, đóng rắn nhờ tác nhân oxi hóa hoạt động. Một số tác nhân đóng rắn đã được đánh giá cao, trong số đó chỉ oxit được sử dụng

rộng rãi trong vật liệu hàn gắn. Các tác nhân đóng rắn khác có giá trị trong công thức hàn gắn đặc biệt bao gồm telurium oxit, mangan dioxit, chì peoxit và các cromat kiềm khác; antimoine trioxit...

Bảng 3.32. Tính chất vật lý của polyme polysulfua lỏng (PKL)

	LP - 31	LP - 2	LP - 32
Độ nhớt ở 4°C, poise	800-1400	350-450	350-450
Trong lượng phân tử trung bình	7500	4000	4000
Tỷ trọng riêng	1.31	1.27	1.27
Chỉ số khúc xạ	1.570	1.5689	1.5689
Điểm chảy, °C	7-10	7-10	7
Điểm bốc cháy, °C	235	232	235
Điểm cháy, °C	246	246	252
Chất tạo lưới, %	0.5	2.0	0.5

Phản ứng chung liên quan đến PbO₂ như sau:



3.8.1.2. Hợp phần

- **Tác nhân đóng rắn:** Mặc dù một số tác nhân đóng rắn được dùng cho các polyme lỏng polysulfua nhưng PbO₂ vẫn được sử dụng rộng rãi cho vật liệu hàn gắn. Đó là do khả năng hoạt động cao của chúng, tính sẵn có và giá thành hợp lý. Các hệ khác cho tính chất đóng rắn tốt nhưng ít thích nghi với những thay đổi pH, nhiệt độ phòng, độ ẩm tương đối và các thành phần cần thiết khác để tạo nên vật liệu hàn gắn.

PbO₂ loại kỹ thuật thường thỏa mãn hơn loại CP tinh khiết phân tích nhưng hoạt tính đóng rắn chậm hơn. Một vài tạp chất như PbO, ZnO là các chất xúc tác và do đó, cần thiết cho quá trình đóng rắn nhanh. Đặc điểm thực dụng duy nhất của PbO₂ là phản ứng với polyme lỏng trong công thức tiêu chuẩn tạo nên hiệu quả cần thiết.

- **Chất làm chậm:** Quá trình oxi hóa và phản ứng của nhóm thiol được tăng tốc trong môi trường kiềm và làm chậm trong môi trường axit,

do đó pH là một phần quan trọng trong nghiên cứu tốc độ đông rắn. Một số chất làm chậm axit được đánh giá cao đối với chì peoxit, ba chất hiệu quả nhất là axit stearic, chì stearat và nhôm distearat.

- *Gia cường:* Hầu hết các ứng dụng đối với polyme lỏng đòi hỏi chất độn gia cường vừa gia cố vừa giảm giá thành sản phẩm, hơn nữa, chất độn được sử dụng để tạo nên độ biến dạng và màu của hợp chất hàn gắn. Sự lựa chọn chất độn không đúng có thể làm giảm hiệu quả của vật liệu hàn gắn polysulfua. Tải trọng tối ưu của chất hàn gắn thay đổi theo loại chất độn, phụ thuộc kích thước hạt và ảnh hưởng biến dạng của chúng. Tính chất điện của vật liệu hàn gắn, màu sắc có thể ảnh hưởng tới tính chất lão hóa cũng như độ bền bao gói, là các nhân tố được xem xét khác. Sự lựa chọn chất độn dựa vào hiệu quả của nó trong polyme polysulfua. Thường thì chất độn và tải trọng chất độn được lựa chọn trên cơ sở hiệu quả của chúng trong elastome tổng hợp. Ngoài ra, sử dụng nhiều loại bột khác cho keo dán polysulfua như than đen, CaCO_3 , đất sét, BaSO_4 bột nhôm... cũng có ảnh hưởng nhất định đến tính chất của màng keo.
- *Khả năng bám dính:* Các polyme polysulfua khi được đông rắn trên bề mặt chất rắn không cho bất kỳ độ bám dính đáng kể nào trừ khi các bước riêng được thực hiện. Độ bám dính là tuyệt đối cần thiết trong những ứng dụng hàn gắn. Độ bám dính có thể thu được nhờ vật liệu hàn gắn polysulfua khi sử dụng phụ gia đặc biệt, chất lót hay kết hợp các phương pháp này.
- *Phụ gia bám dính:* Một số phụ gia bám dính đã được đánh giá nhưng không phụ gia nào hoàn toàn thỏa mãn cho tất cả các bề mặt, hơn nữa các phụ gia này có thể có hiệu quả khác nhau khi chất hàn gắn tiếp xúc với các bề mặt khô và ướt khác nhau. Do đó, đánh giá các phụ gia khác nhau thường tập trung vào độ bám dính thu được với hầu hết các vật liệu xây dựng được sử dụng. Các phụ gia tăng bám dính thường dùng là phenol biến tính epoxy, hoặc kết hợp với polyvinyl axetat.
- *Trộn hợp để cải thiện độ bền nhiệt:* Trong trường hợp cần duy trì tối đa các tính chất vật lý sau khi lão hóa nhiệt, việc lựa chọn tác nhân đông rắn trở thành nhân tố chủ yếu sau khi lựa chọn riêng tác nhân gia cường. Tác nhân oxy hóa phản ứng tạo thành mecaptit ít được mong đợi hơn. Sự tạo thành các mecaptit có thể được giải thích khi ZnO , kẽm peoxit, chì peoxit (trong một số công thức), bari peoxit được sử dụng. Người ta thấy rằng MnO_2 , TeO_2 và $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ cũng như một hợp phần được tính toán đặc biệt trên cơ sở cumen peoxit cho chất hàn gắn đông rắn có độ bền nhiệt được cải thiện.

Sản phẩm phụ thu được bởi các tác nhân đông rắn cũng có ảnh hưởng đáng kể tới các tính chất lão hóa nhiệt.

- *Các tính chất khác:* Sử dụng các tác nhân gia cường không có muối than với polyme polysulfua cho hợp chất có tính chất bền điện thỏa mãn. Giá trị điện trở suất bề mặt đối với các chất điện không muối giảm còn khoảng $10^{10} - 10^{14} \Omega$ trong khoảng nhiệt độ $21-100^\circ\text{C}$. Ở cùng nhiệt độ này, giá trị điện trở suất thể tích thay đổi từ $10^{10} - 10^{12} \Omega$. Giá trị hằng số điện môi thay đổi từ 6-9.

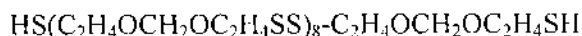
Polysulfua tương đối bền với các dung môi gây trương sau khi tạo lưới, độ trương trong dung môi thấp là cần thiết khi hàn gắn các bề nguyên liệu.

3.8.2. Keo dán từ phản ứng polysulfua lỏng với nhựa epoxy

Phản ứng của polyme lỏng polysulfua với nhựa epoxy đã được nghiên cứu. Phản ứng xảy ra ngay lập tức giữa hai loại polyme cho sản phẩm phản ứng liên quan đến những ứng dụng gồm đúc, phủ, cán mỏng, keo dán... Trong các công thức được phát triển cho keo dán, nhựa epoxy là thành phần chủ yếu. Tuy nhiên, biến tính nhựa epoxy với polyme polysulfua lỏng cho nhiều hợp chất có các tính chất vật lý và hóa học độc đáo.

3.8.2.1. Hóa học chung

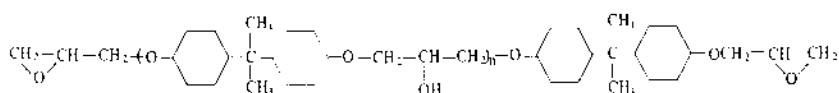
Polysulfua có công thức là:



Khi dùng với epoxy trọng lượng phân tử thường là 1000 và độ nhớt 7-12poise, tuy nhiên điều này không thực sự rõ ràng khi đóng rắn với nhựa epoxy.

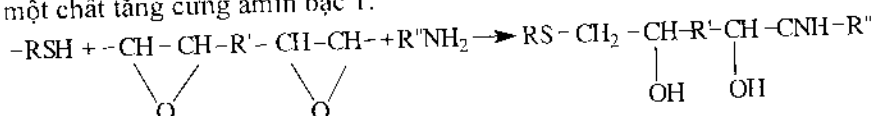
Một số nhựa epoxy lỏng cũng như hỗn hợp nhựa epoxy lỏng và rắn đã được nghiên cứu. Nhựa được sử dụng rộng rãi nhất có độ nhớt trong khoảng 80-200poise và có đương lượng epoxy 175-210.

Nhựa epoxy được mô tả như là sản phẩm phản ứng của “Bis-phenol”-A và epichlorhydrin có công thức như sau:



Phản ứng giữa polyme polysulfua lỏng và nhựa epoxy được xúc tác hay xúc tiến bởi hợp chất amin hữu cơ. Các xúc tác thường dùng là

dimetyl amino metyl phenol, tri-dimetyl amino metyl phenol), dietylen triamin và benzyl dimetyl amin. Chất xúc tác amin được sử dụng với tỷ lệ khá cao, thường là 10% trên cơ sở khối lượng nhựa epoxy. Vì là cùng hoạt động, chúng được phân loại riêng thành các chất làm cứng hoạt động. Phản ứng chung của polyme polysunfua lỏng và nhựa epoxy và một chất tăng cứng amin bậc 1:



Sản phẩm đóng rắn với nhựa epoxy cho vật liệu có độ đàn dài cao, độ va đập lớn, ít bị giòn gãy, có thể sử dụng trong lĩnh vực điện và điện trở, bền hóa chất.

3.9. Keo dán silicon và hỗn hợp

Keo dán và chất hàn gắn silicon được giới thiệu cách đây khoảng 40 năm, nhiều loại silicon được sử dụng trước đây vẫn còn hiệu quả. Các sản phẩm sẵn có ở nhiều dạng khác nhau, từ các vật liệu dạng hồ tới keo dán chảy lỏng. Cả hai loại một thành phần và nhiều thành phần đều sẵn có với các cơ chế đóng rắn khác nhau. Hầu hết các silicon thương mại đều là các polyme trên cơ sở polymetyl siloxan. Các polyme siloxan khác có thể được sử dụng trong những ứng dụng chịu nhiệt độ rất cao, rất thấp hay dung môi.

Các ứng dụng rất phong phú, bao gồm: xây dựng, đường cao tốc, ô tô, kết cấu, điện tử, vũ trụ... Trong một số trường hợp, silicon cạnh tranh với các vật liệu khác như polyurethan, polysunfua và acrylic, trong khi đó đối với những ứng dụng đòi hỏi độ bền trong thời gian dài, chỉ riêng silicon là đáp ứng được. Các silicon thường được lựa chọn do khả năng thích nghi với chất nền chuyển động. Khi đề cập đến keo dán và chất hàn gắn silicon, người đọc đều nghĩ tới độ bền tuyệt vời. Silicon chiếm một vị trí độc nhất giữa các vật liệu vô cơ và hữu cơ. Bộ khung polyme vô cơ Si-O-Si bão hòa cung cấp độ mềm dẻo và độ bền ánh sáng mặt trời trong khi nhóm metyl đảm bảo lực giữa các phân tử thấp. Một số đóng góp chủ yếu của silicon, các tính chất và độ bền đặc đáo của nó là: sức căng bề mặt thấp; loại nước cao, bộ khung ion hóa một phần, thể tích tự do lớn, năng lượng hoạt hóa để chảy nhớt thấp, quay tự do xung quanh liên kết, thay đổi các hằng số vật lý theo nhiệt độ nhỏ, độ thấm khí cao; chịu nhiệt và oxi hóa cao, khả năng phản ứng thấp, không tan trong nước và năng lượng liên kết Si-O cao.

Các tính chất chọn lọc của PDMS là:

Sức căng bề mặt tới hạn của quá trình làm ẩm: 24mN/ m

Góc tiếp xúc nước:	110°
Điểm chuyển hóa thủy tinh:	150°K
Năng lượng quay:	0 kJ/ mol
Năng lượng hoạt hóa để chảy nhớt:	14,7 kJ/ mol
Năng lượng liên kết Si-O:	445 kJ/ mol
Cung cấp % phân cực:	41%.

Bộ khung bão hòa và năng lượng liên kết Si-O cao thu được trong các sản phẩm có hiệu quả rất tốt trong những ứng dụng liên quan đến tiếp xúc với ánh sáng mặt trời. Do các polyme silicon không hấp thụ năng lượng trong vùng tử ngoại (UV) của phổ ánh sáng nên phải chú ý khi sử dụng silicon trong suốt. Các silicon không cần hấp thụ UV để làm bền, do đó ánh sáng UV từ mặt trời có thể xuyên qua silicon trong suốt tới bề mặt ở dưới chất hàn gắn. Nếu bề mặt nhạy ánh sáng UV, sự hư hỏng chất nền có thể xảy ra. Trừ những diện tích được bảo vệ tránh ánh sáng và các chất nền không nhạy (như thủy tinh), còn hầu hết những lựa chọn đúng đắn đều là silicon có màu. Chất màu hoạt động như một chất chặn UV và bảo vệ chất nền ở dưới silicon. Do bền bức xạ UV, silicon là các chất hàn gắn được lựa chọn cho các kỹ thuật tráng men ướt và chỉ loại chất hàn gắn chung cho tráng men cấu trúc (dán thủy tinh và các vật liệu xây dựng khác với các cấu trúc không gắn các vật liệu khác ngoài silicon). Tráng men cấu trúc được sử dụng trong các công trình và nhà chọc trời.

Các kiểu chất hàn gắn khác thường chứa lượng lớn chất độn và chất làm bền UV để đạt được tuổi thọ trong ánh sáng mặt trời. Điều này làm cho các phi silicon thỏa mãn một số ứng dụng nhưng không dùng cho những ứng dụng mà ánh sáng mặt trời trực tiếp vào đường dán. Ứng dụng này dành cho silicon. Một ứng dụng đặc biệt cho silicon, minh họa độ bền ánh sáng UV là chất hàn gắn trong các máy kiểm tra chịu thời tiết được tăng tốc UV. Độ bền ánh sáng UV tuyệt vời chỉ đúng cho silicon tinh khiết và không đúng cho các chất hữu cơ được silicon hóa hay các silicon biến tính. Các chất này chứa rất ít silicon và do đó có các đặc trưng độ bền được xác định chủ yếu nhờ hệ polyme cơ bản của chúng.

Các silicon có lực giữa các phân tử thấp, đáp ứng tính chất vật lý tương đối đều với sự thay đổi nhiệt độ. Chất hàn gắn silicon được đánh giá theo khả năng di chuyển của nó với chất nền. Điều này khá độc đáo do các chất hàn gắn phi silicon di chuyển cao hiếm khi hiệu quả trong thời gian di chuyển mỗi nối.

3.9.1. Silicon

3.9.1.1. Các polyme silicon

Polydimethyl siloxane (PDMS)

Polydimethyl siloxan biến tính (MPDMS)

Một loại polyme được gọi là polyme silicon hay polysiloxan trên cơ sở các chuỗi polyme có đặc điểm rất bền, kết hợp luân phiên các nguyên tử Si và O trong bộ khung và các nhóm bên khác nhau gắn vào nguyên tử Si. Các nhóm bên thường gặp nhất là hai nhóm methyl ($-\text{CH}_3$) và polyme tương ứng được gọi là PDMS. PDMS có các mạch rất mềm dẻo tương ứng với nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g rất thấp. Cấu trúc đồng đều của nó làm cho sự kết tinh dưới điểm chảy T_m giảm như một elastome ở nhiệt độ thấp... Thay thế một tỷ lệ nhỏ (5-10%) các nhóm bên công kênh R_1 hay R_2 như nhóm phenyl của phenyl methyl siloxan (PMS) hay diphenyl siloxan (DPS) có thể được sử dụng để giảm hay ngăn chặn sự kết tinh. Các tác nhân thể như nhóm vinyl V có liên kết đôi (không no) có thể đưa vào một lượng nhỏ (khoảng 0,5%) để làm dễ dàng quá trình tạo lưới (vinyl methyl siloxan VMS). Các nhóm bên triflo propyl TFP tăng độ bền dung môi gây trương (flo methyl siloxan FMS) các polyme tương ứng được gọi là flo silicon.

Ở dạng mạch thẳng (không tạo lưới), các mạch polysiloxan tương ứng với độ trùng hợp trong khoảng từ 200-1000 đối với nhựa độ đặc thấp tới 3000-10.000 đối với nhựa độ đặc cao. Khi sử dụng polysiloxan dạng chảy lỏng, các vật liệu thường không tạo lưới. Các tính chất giống chất rắn thu được qua quá trình tạo lưới và do nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g và điểm chảy T_m rất thấp, hoạt động giống cao su ở nhiệt độ phòng (đàn hồi) trừ khi mức độ tạo lưới rất cao.

Cơ chế tạo lưới (lưu hóa, đóng rắn) có thể dựa trên sự có mặt các chất không no được đề cập ở trên (vinyl) hay các nhóm cuối mạch hoạt động (alkoxy, axetoxy). Chi tiết hơn sẽ được đưa ra thảo luận sau khi gia công polysiloxan

Các polyme silicon thường đàn hồi và có một số tính chất hữu dụng. Như một elastome, chúng có các tính chất xé thấp hơn những loại, gồm các elastome với các chất độn silic đặc biệt, thích hợp cho những ứng dụng quan trọng về cơ học. Các tính chất cơ học rất ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ trong khoảng rộng (từ khoảng - 90°C tới 250°C).

Các tính chất bề mặt thường được đặc trưng bởi năng lượng bề mặt rất thấp (sức căng bề mặt) cho sự trượt, khả năng bôi trơn tốt và các tính chất nhả (chống bám chặt) cũng như đuổi nước cho các phần được đóng

rắn. Tuy nhiên, độ bám dính cũng có thể thu được khi quá trình đóng rắn diễn ra tiếp xúc với chất nền (các hợp phần trát, các chất hàn gắn). Các elastome silicon có tính chất trơ hóa học tốt nhưng nhạy hơn với sự trương trong các dung môi hydrocacbon so với các elastome chứa flo. Chúng có độ bền dầu và chất béo tốt. Chúng bền thời tiết (chiếu xạ UV) và chiếu xạ năng lượng cao (công nghiệp phóng xạ). Chúng có độ bền bắt cháy nội tốt mà không cần phụ gia.

Các tính chất điện của polyme silicon (cách điện, điện môi...) tuyệt vời và ổn định. Chỉ số phản xạ thấp cho các lớp phủ silicon một sự kết hợp độ truyền qua cao và sự phản xạ thấp.

Các loại polyme silicon phù hợp có thể trơ về mặt sinh học và độ độc thấp, được chấp nhận tốt bởi các tế bào và do đó được sử dụng như các tế bào ghép.

Trước đây các polyme silicon thường được tạo lưới, có nghĩa là quá trình gia công chúng liên quan đến giai đoạn lưu hóa hay đóng rắn. Thường phân biệt bốn nhóm chính, nhựa đóng rắn nhiệt độ phòng độ nhớt thấp (RTV), nhựa đóng rắn nhiệt độ cao độ nhớt thấp (LIM, LSR), nhựa đóng rắn nhiệt độ cao độ nhớt cao (HTV, HCE) và nhựa cứng.

Các elastome lưu hóa nhiệt độ phòng độ nhớt thấp (RTV) liên quan đến các polysiloxane trọng lượng phân tử thấp và thường dựa vào các nhóm cuối mạch hoạt động để tạo lưới ở nhiệt độ phòng. Các hệ được gọi là một thành phần đó dựa vào ẩm khí quyển để đóng rắn và thường tương ứng với các bộ phận, lớp phủ tương đối mỏng. Các hệ hai thành phần sử dụng một xúc tác và cần một giai đoạn trộn, lượng nhỏ nhiệt tỏa ra thường để đúc các bộ phận dày.

Nhựa silicon lỏng (LSR) còn liên quan tới các polysiloxan trọng lượng phân tử thấp nhưng một hệ đóng rắn khác cần nhiệt độ đóng rắn tương đối cao (thường là 150°C để đóng rắn nhanh), hệ hỗn hợp rất không hoạt động ở nhiệt độ phòng (thời gian sử dụng dài). Các hệ đó thích hợp cho các quá trình đúc rót lỏng tốc độ cao được sử dụng ngày càng nhiều cho các bộ phận chính xác và ít phức tạp.

Nhựa độ nhớt cao, trọng lượng phân tử cao chứa các nhóm không no thích hợp để gia công cao su truyền thống. Các elastome đóng rắn nhiệt này (HCE) được tạo lưới qua quá trình đóng rắn nhiệt độ cao (HTV) và thường sử dụng các peoxit.

Cuối cùng, các hệ polysiloxan đặc biệt có thể được tạo lưới thành mạng lưới nên nó trở nên khá rắn. Các hệ không tạo lưới, tuy nhiên, lại chỉ ổn định trong dung dịch và ứng dụng của chúng dường như bị giới hạn cho sơn, vecni, lớp phủ và các nền cho lớp mỏng, quá trình tạo lưới diễn ra khi dung môi bay hơi. Đóng rắn trong lò ở nhiệt độ từ trung bình

đến cao thường được sử dụng để hoàn thành phản ứng. Các hệ silicon-epoxy được sử dụng để bọc điện có thể thuộc loại này.

Hầu hết các ứng dụng của polyme silicon liên quan đến dạng elastome. Độ mềm dẻo (độ cứng) của elastome có thể được điều chỉnh trong khoảng rộng. Nhiều ứng dụng điện liên quan đến điện thể cao và nhiệt độ cao hay thấp (cách điện cáp,...). Trong công nghiệp điện tử, các chất bán dẫn thường được bọc nhựa silicon.

Các ứng dụng cơ học đòi hỏi độ mềm dẻo ở nhiệt độ cao và thấp, tính trơ hóa học bao gồm các vòng O, hàn gắn, trực in...

Các elastome silicon được sử dụng để làm khuôn đúc và mẫu cho polyurethan, polycarbonate hay các bộ phận epoxy.

Chất hàn gắn silicon và tác nhân trát chịu độ bền thời tiết, bám dính với các chất nền và tính mềm dẻo vĩnh cửu. Các hợp chất silicon thích hợp có thể có các đặc trưng chịu chấn động và rung.

Các hợp chất silicon được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực y sinh do tính trơ sinh học của chúng. Màng silicon cũng được sử dụng trong các cơ quan nhân tạo như thận (lọc máu).

Lớp phủ silicon cứng gần đây đã được giới thiệu khi áp dụng cho bề mặt nhựa trong các acrylic hay polycarbonate và được đóng rắn ở nhiệt độ trung bình, cung cấp khả năng chống xước, mòn cũng như cải thiện độ bền thời tiết và ứng suất gãy do môi trường.

3.9.1.2. Keo dán trên cơ sở silicon

Các xyanoankylsiloxan bị thủy phân riêng hay với các organoclosilan khác để tạo thành polyme siloxan ngưng tụ một phần, chuyển hóa thành keo khi tiếp tục ngưng tụ. Các copolyme xyano ankyl silicon thay đổi từ dạng lỏng chảy tự do tới các keo nhớt khác nhau được tổng hợp nhờ điều chỉnh trọng lượng phân tử cao, cấu trúc của nhóm xyano ankyl và nồng độ thành phần xyano ankyl silicon trong copolyme. Keo xyano ankyl silicon ngưng tụ hoàn toàn thành polyme nhớt tương tự keo dimethyl silicon.

Xyano ankyl silicon có thể được tổng hợp ở nhiều dạng khác nhau: chất lỏng, hồ, dung dịch trong dung môi, khối chất rắn phù hợp cho lớp phủ, đúc chảy, cán tráng và ép đùn. Các elastome xyano ankyl silicon được ứng dụng làm keo dán, lớp chắn dung môi, hợp chất bọc, thành phần dây dẫn điện, hợp phần hàn gắn và các bộ phận trong ô tô, máy bay.

Một sản phẩm có độ bền nhiệt cao thu được khi cho axit α -hydroxy cacboxylic hay các este của chúng phản ứng với silic tetrahalogen ở

60°C và đa tụ sản phẩm phản ứng. Sản phẩm phản ứng của methyl salixylat và silic tetra clorua là một vật liệu dạng hồ phách, chất này tan trong cloro ankan sôi và phù hợp làm keo dán.

Polyphenyl ethoxi siloxan có thể kết hợp với nhựa ankyt để tạo thành các polyme chịu nhiệt có các tính chất keo dán.

Vinylalkoxi silan có thể được trùng hợp với xúc tác dibutyl peoxit để tạo thành các polyme từ dạng lỏng tới dạng rắn. Hoạt động của xúc tác khá đặc biệt do các peoxit khác cho kết quả thấp. Phản ứng khá nhạy và phải cẩn thận loại không khí, nước và oxi do chúng ức chế trùng hợp.

Các homopolyme vinyl ancolxy silan có thể được dùng như chất dẻo hóa và biến tính cho nhựa tổng hợp như các tác nhân làm không tan và các tác nhân làm cứng cho polyvinyl ancol hay như keo dán và tác nhân hồ.

Các elastome silicon được lưu hóa bằng peoxit và các keo dán liên kết tốt hơn với các bề mặt rắn khi bề mặt được phủ một lớp màng khô trong không khí bằng một hợp phần organo silicon chứa nhóm amin. Công thức chung cho lớp phủ lót organo silicon là:



Elastome hay keo dán chứa một tác nhân đóng rắn peoxit hữu cơ được áp dụng để xử lý bề mặt và được đóng rắn. Nó có thể dán vào vật liệu rắn elastome hay không elastome như kim loại, thủy tinh, gốm, amian, vải thủy tinh, polyme gỗ, elastome và sợi dệt.

3.9.1.3. Băng dính silicon nhạy áp

Nhựa siloxan phù hợp cho băng dính nhạy áp đã được tổng hợp theo cách sau đây. Axit hydro cloric và natri silicat được trộn lẫn. Sau đó isopropyl ancol, trimetyl clorosilan và hexametyl disiloxan được thêm vào. Hỗn hợp được đun hồi lưu. Sau khi làm lạnh, xylen được thêm vào và lớp nhựa được tách khỏi lớp axit.

Keo dán silicon nhạy áp có chứa 1,5% benzoyl peoxit, trên một băng thủy tinh, được đóng rắn ở 150°C. Độ bám dính ban đầu của băng này với thép là 223,2 g/cm.

Thành phần keo dán siloxan phù hợp cho băng dính có thể được đóng rắn ở nhiệt độ phòng. Nó chứa diphenyl siloxan 10, dimetyl siloxan 30 và monometyl siloxan 60% mol. Copolyme được hòa tan trong toluen và 2% khối lượng benzyl trimetyl amoni hydroxit được thêm vào. Dung dịch sau đó được áp dụng cho băng thủy tinh được ngâm nhựa silicon và làm khô trong 4 giờ ở nhiệt độ phòng để cho độ bền liên kết 600g.

3.9.2. Keo dán hỗn hợp

Các hợp phần chứa ít nhất một vòng oxacyclo butan/ moi ngưng tụ khi đun nóng trong sự có mặt của xúc tác tách ete để tạo thành nhựa. Xúc tác tách ete đặc trưng được sử dụng là ZnCl_2 , AlCl_3 và TiCl_4 . Hợp phần chỉ với một vòng (trimetylen oxit) cho nhựa không thể đông rắn. Các hợp phần với nhiều vòng (dioxaspiro - heptan) cho sản phẩm có thể đông rắn hay tạo lưới. Hỗn hợp hai monome cho các nhựa khác nhau với các tính chất trong khoảng rộng. Các vật liệu được trùng hợp một phần, dạng lỏng thậm chí dạng rắn có thể được dùng như chất ổn định cho polyvinyl halogenua hay như keo dán. Các polyme dán chắc vào tất cả các bề mặt gồm gốm, thủy tinh và kim loại.

Cao su và nhựa có thể được dán với nhau hay với kim loại, giấy, hay sợi nhờ sử dụng hợp chất diazo. Bề mặt tiếp xúc được phủ bằng dung dịch của hợp chất mono hay polydiazo béo. Các hợp chất này phản ứng với liên kết C-H trong cao su hay nhựa. Nhóm được tạo thành có thể phản ứng với nhau hay với isoxyanat. Isoxyanat xử lý riêng không dán được một số nhựa và cao su, đặc biệt là cao su lưu hóa. Nếu các hợp chất polyazo được dùng với cao su thì không cần xử lý isoxyanat.

Cao su lưu hóa có thể tự liên kết khi sử dụng 10% dung dịch este bisazo dicarboxylic axit trong benzen. Các bề mặt được ép với nhau trong 2 phút ở 120°C .

Cao su lưu hóa được phủ bằng dung dịch este bisazo dicarboxylic axit và polyisoxyanat trong benzen có thể được dán vào tấm kim loại được phủ isoxyanat. Liên kết được giữ dưới lực nén trong 10 phút ở 140°C và tạo thành liên kết bền hơn liên kết thu được khi sử dụng riêng diisoxyanat.

Các lớp phủ keo dán polyisoxyanat trên kim loại có thể được làm bền ở độ ẩm khí quyển nhờ thêm cloroparafin. Các chất độn cũng được thêm vào để cải thiện độ dính của lớp phủ cũng như độ bền dung dịch.

Hỗn hợp isobutylen (100 PKL), isopren (20 PKL) và butadien (500 PKL) được đồng trùng hợp trong dung môi clo hóa ở 100°C với xúc tác AlCl_3 . Polyme thu được được nghiền nóng và hòa tan trong hexan. Keo dán này đặc biệt có ích để dán các vật liệu cao su không giống nhau.

Nếu một ankylen imin như etylen imin được phản ứng với một cacbonat vòng hữu cơ như etylen cacbonat, hydroxy imin trung gian được tạo thành có thể được trùng hợp thành polyme mạch thẳng. Kiểu polyme này có ích làm keo dán, phụ gia giấy và xử lý sợi dệt.

Keo dán “dính chậm” phù hợp cho những ứng dụng gắn nhiệt dựa trên 1,2 bis-2-phenyloxyetan như chất dẻo hóa rắn phân tán. Keo dán

được dính tự do và không tạo khói khi làm khô. Tuy nhiên khi nó tiếp xúc với nhiệt, chất dẻo hóa rắn sẽ nóng chảy cho keo dán nhạy áp có thời gian dính 15 phút. Công thức đặc trưng là:

60/40 styren-butadien	40 (PKL)
1,2 bis-2-phenyloxixeton	100
Nước	363
Cazein	8

Các copolyme dạng cao su có chứa các phenol đa hóa trị và xeton béo thấp hơn ngưng tụ khi có mặt xúc tác axit cho sản phẩm nhựa phù hợp làm keo dán. Copolyme được tổng hợp từ butadien và metyl isopropenyl xeton được hòa tan trong một dung môi không nước và xeton, resorcinol được thêm vào, phản ứng được xúc tác bởi hydro clorua. Sau đó, nhựa phenol xeton thu được khi ngưng tụ axit được tạo lưới với polyme nhờ gia nhiệt trên máy trộn trực. Các keo dán này có độ bền liên kết tốt với nhựa styren-butadien và hỗn hợp cao su - polyvinyl clorua. Chúng tan trong etyl axetat, benzen, và metyl isobutyl xeton nhưng không tan trong axeton.

Polybutadien styren và neopren tạo thành cơ sở của keo dán với độ bền môi nhiệt tốt và giới hạn độ dính tốt. Nhờ thay đổi tỷ lệ của polycloropren hay polyme butadien - styren và các loại nhựa được trộn hợp với hợp phần cao su, keo dán với các tính chất vật lý khác nhau có thể được tổng hợp. Chúng có thể dùng cho các sản phẩm cần độ dính vĩnh cửu tới các sản phẩm có độ bền nhiệt cao và giới hạn độ nhớt hẹp hơn. Công thức như sau:

Polybutadien styren	35,0 (PKL)
Neopren	65,0
ZnO	37,0
“Xúc tiến” 833	0,5
Phenol focmandehyt nhạy nhiệt	62,0

Các vật liệu trên được đưa vào máy trộn và trộn trong 30 phút ở 149°C, sau đó vật liệu được làm lạnh và hòa tan trong naphta. Quá trình này tạo ra keo dán có độ bền môi nhiệt tuyệt vời và giới hạn độ dính trong 2 giờ.

Cao su có thể liên kết với kim loại hiệu quả theo cách sau. Nhựa phenol andehyt chứa polyphenol tự do được áp dụng cho kim loại. Một lớp cao su lưu hóa được áp dụng chứa andehyt hay chất tạo andehyt có khả năng phản ứng với polyphenol trong lớp đầu tiên. Vì thế dung dịch 12% nhựa phenol focmandehyt trong metyl etylxeton có chứa 200% resoxinol dựa trên nhựa rắn, được phủ lên kim loại. Để lớp đầu tiên này được áp dụng, công thức sau đây cho dung dịch rắn 10% trong etylen

diclorua.

Cao su	100 (PKL)
Muội than	50
ZnO	5
Axit stearic	2
Lưu huỳnh	2,5
Mercaptan benzothiazol	0,8
Hexametylen tetramin	40,0

Khi được lưu hóa, độ bám dính của lớp cao su với kim loại là 59 kg/cm².

Liên kết tốt giữa thủy tinh hữu cơ (dẫn xuất polyacrylat) và cao su tổng hợp thu được nhờ ngâm bề mặt cao su trước khi lưu hóa, trước tiên với dung dịch keo dán như dung dịch cao su clo hóa và sau đó với dung dịch polyacrylat. Sau khi lưu hóa cao su, thủy tinh hữu cơ được giữ chặt khi tiếp xúc.

Keo dán hay sơn phủ của các hợp chất có khả năng trùng hợp dính tốt với đồng hay kẽm thu được khi thêm lượng nhỏ axetyl axetat, benzoyl axeton hay oxí quinolin vào hỗn hợp polyme. Ví dụ dung dịch A được tổng hợp bằng cách hòa tan 84phần polystyren trong 100phần hỗn hợp 77% styren, 9% maleic axit glycol polyeste, 8% acrylic axit, 4% dietanol-p-toluidin và 2% axetyl xeton. Hỗn hợp được làm bền bằng 0,01% hydroquinon. Dung dịch B gồm 84 phần polystyren và 5phần benzoyl peoxit được hòa tan trong 100phần hỗn hợp 89% styren, 9% maleic axit glycol polyeste và 2% axetyl axeton. Để làm bền, 0,2% hydroquinon được thêm vào. Một bề mặt được phủ với dung dịch A và các bề mặt khác với dung dịch B. Hai bề mặt được ép với nhau để tạo thành liên kết tốt.

Hỗn hợp đồng thể của nhựa phenol focmandchyt nhiệt rắn và một polyme butadien - acrylonitrin là phù hợp cho keo dán lỏng với kim loại. Hỗn hợp polyme được áp dụng từ một dung dịch chứa dung môi xeton bay hơi. Keo dán lỏng tạo thành dễ kéo sợi, bền, mối nối bền nhiệt trên bề mặt kim loại nhẵn.

Chương IV

KEO DÁN TRÊN CƠ SỞ NHỰA NHIỆT RẮN

4.1. Keo dán nhựa phenolic

4.1.1. Tính chất hóa học của nhựa

Có hai kiểu nhựa phenolic là resol và novolac bậc 2. Resol được tổng hợp nhờ sử dụng xúc tác kiềm với tỷ lệ phenol: fomaldehyt từ 1: 1 tới 1: 1,5. Tỷ lệ phenol: fomaldehyt giảm dần tới tốc độ tạo gel tăng khi chất tạo lưới cao hơn nhưng chúng cũng dễ bị phân hủy hơn và bị tan, vì thế chất lượng nhựa cuối cùng sẽ giảm. Amoniac là xúc tác bay hơi, nên người ta sử dụng NaOH trong phản ứng tạo resol. Ở nhiệt độ cao có thể xảy ra sự lưu hóa hoàn toàn tạo thành resit do đóng rắn.

Novolac được tổng hợp với xúc tác axit hoặc kiềm tuy nhiên nếu dùng xúc tác axit thì tốt hơn. Người ta thường dùng axit oxalic. Tỷ lệ phenol: fomaldehyt khoảng 1: 0,8 đến 1: 1. Do các nhựa này “không hoàn thiện”, chúng được giữ dưới dạng khô hoặc dưới dạng dung dịch trong các dung môi hữu cơ. Khi đóng rắn cần cho thêm 10-15% hexametylen tetramin (“hexa”) và nâng nhiệt lên đến 121-149°C.

4.1.2. Kỹ thuật sử dụng

Các nhà sản xuất keo dán bao giờ cũng quan tâm trước tiên đến từng loại keo dán nhựa phenolic riêng cần thiết cho nhu cầu của họ, điều này có nghĩa là lựa chọn resol hơn là novolac. Khi lựa chọn keo cần thiết phải chú ý đến thành phần chất rắn, thời gian bảo quản của hỗn hợp, phạm vi sử dụng keo dán, mức giãn nở cần thiết hoặc các mô tả thời gian và độ nhớt, loại bề mặt liên kết và độ bền liên kết đạt được như mong muốn.

Bột độn được dùng làm tác nhân gia cường, thêm vào một lượng vừa phải sẽ không ảnh hưởng đến độ bền và thực tế có thể cải thiện được tính chất của keo.

Nhựa resol có thể cho keo dán có thời gian dính rất lâu nhưng chúng lại có giá thành cao hơn và đóng rắn chậm. Nhựa novolac cho keo dán với thời gian dính trên một năm, nhưng cũng tương đối đắt và đóng rắn chậm nên hiếm khi được sử dụng với áp suất ngoại trừ dạng lớp mỏng. Nhựa resol có thời gian dính lâu hiện nay được sử dụng trong sản xuất các keo dán dạng màng khô.

Trừ các resol xúc tác axit hiện nay không được sử dụng làm keo dán, nhiệt là phương tiện để đông rắn các keo dán nhựa phenolic. Áp suất cũng cần thiết để duy trì tiếp xúc ở các bề mặt, ngăn chặn sự trượt của một bề mặt trên một bề mặt khác khi nhựa qua trạng thái gel mềm bất thuận nghịch và để cung cấp áp lực ngược, ngăn chặn hơi và khí tạo bọt và sục khí đường keo. Các keo dán nhựa phenolic thường được lưu hóa ở nhiệt độ trong khoảng 121-149°C. Áp suất sẽ thay đổi từ 50-300psi tùy theo độ cứng của bề mặt dán, loại thiết bị tạo áp suất và các tính chất chảy của nhựa được chọn. Nhiệt độ quá 149°C nên tránh, đặc biệt đối với gỗ và xenlulo, hay sự xeton hóa bề mặt gỗ sẽ xảy ra, thúc đẩy sự kiềm chế sau này và gây nên những vấn đề hoàn thiện và keo dán dính.

Phản ứng lưu hóa là một phản ứng đơn giản bao gồm quá trình tạo lưới mạch bên và các nhóm metylol cuối mạch trong trường hợp resol và phản ứng của nhóm phenol cuối mạch của novolac với hexametylen tetramin. Trong cả hai trường hợp đông rắn có thể gọi là quá trình tạo thành nhựa hoàn thiện đến khi toàn bộ khả năng phản ứng bị suy giảm. Sản phẩm cuối cùng không tan, không nóng chảy và có thể chỉ bị biến đổi do phân hủy nhiệt hay hóa học của nhựa, do đó keo dán nhựa phenolic có độ bền đáng kể.

4.1.3. Độ bền

Độ bền mối dán là độ bền liên kết trước những ảnh hưởng hư hỏng trong bảo quản. Độ bền liên kết mong muốn phải không thay đổi đối với tuổi thọ của vật liệu dán trong hầu hết các ứng dụng.

Độ bền là tổ hợp của độ bền duy trì, độ bền mỏi và độ bền rão. ảnh hưởng hư hỏng phụ thuộc sự tiếp xúc khi sử dụng nhưng thường gặp nhất là nhiệt, yếu tố sinh học, thời tiết và ứng suất chu kỳ. Nhựa phenol focmandehyt trong hỗn hợp keo dán bền với tất cả các yếu tố này. Nếu không kể các vật liệu dán vô cơ thì không có bề mặt dán nào dán tốt với nhựa phenolic bền với hư hỏng nhiệt như các liên kết được tạo ra với các nhựa này. Thậm chí trong lửa, bề mặt dán cũng thường bị phá hủy ngay khi mới dán.

Độ bền hư hỏng do thời tiết của keo dán nhựa phenolic cao hơn cả các bề mặt dán được dán bằng keo dán này. Bề mặt dán vô cơ có thể là một ngoại lệ, thậm chí thường bị phá hủy do hấp thụ nước và đông đặc trước khi liên kết bị làm yếu.

Một số ảnh hưởng hư hỏng tự nhiên tới tổ hợp liên kết là ứng suất do giãn nở nhiệt và co ngót hay giãn nở và co ngót khi thành phần ẩm thay đổi. Đôi khi cả hai ảnh hưởng đều liên quan. Trong các tiếp xúc nghiêm ngặt liên quan đến các ứng suất này, chỉ có keo dán nhựa phenol focmandehyt được sử dụng với pH được kiểm soát cẩn thận và không cao hơn thành phần chất độn tối ưu.

4.2. Keo dán nhựa resorcinol ($C_6H_4(OH)_2$)

4.2.1. Sử dụng keo dán nhựa resorcinol - fomandehyt

Resorcinol có giá thành tương đối cao và có một số tính chất bị hạn chế, thí dụ như màu sắc. Do đó, các keo dán resorcinol chỉ được sử dụng khi cần các tính chất đặc biệt của chúng.

Để keo dán phenolic đông rắn ở nhiệt độ phòng, cần phải có mặt axit mạnh, chúng có xu hướng làm yếu sợi gỗ tiếp xúc với đường keo. Nhựa resorcinol giá thành vừa phải có thể đông rắn ở nhiệt độ phòng mà không ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu và hiệu quả tương đương với keo dán nhựa phenolic đông rắn nhiệt.

Các keo dán này được sử dụng riêng hay kết hợp với keo dán khác để cho những ứng dụng đặc biệt.

Lớp phủ phích điện hay miếng ráp nối trong sản xuất gỗ dán mặt ngoài chất lượng cao, đặc biệt là gỗ dán thuộc ngành hàng hải. Ở đây độ bền và khả năng chịu nhiệt là có ý nghĩa.

Ghép các panel gỗ dán để tạo các panel lớn hơn. Đối với các ứng dụng thuộc ngành hàng hải, mối nối phải có độ bền ít ra là bằng với gỗ dán.

Cán mòng gỗ xẻ để đóng tàu thuyền và các bộ phận nặng chịu tải cao khác.

Dán một số nhựa với nhau và với gỗ đòi hỏi độ bền và tuổi thọ.

Dán kim loại với gỗ và nhựa khi cần đông rắn ở nhiệt độ phòng. Trong các trường hợp này bề mặt kim loại trước tiên được lót bằng một keo dán elastome - phenolic và được làm khô để đông rắn lớp lót. Trong khi keo dán resorcinol không dính thậm chí với kim loại sạch thì nó dính dễ dàng và chắc với một lớp lót được đông rắn riêng phù hợp cho công việc này. Đông rắn lớp lót phải được kiểm soát cẩn thận. Đông rắn quá sẽ làm giảm khả năng dính của resorcinol với lớp lót; đông rắn không đủ có thể cho phép resorcinol bóc ra khỏi lớp lót bởi dung môi hoạt động.

Dán kim loại và gỗ với nhựa tạo bọt trong sản xuất cấu trúc kẹp, gỗ không cần lớp lót.

Dán kim loại, gỗ và một số nhựa với lõi vô cơ, trước tiên kim loại cần được lót, nhựa thì có thể cần hay không, gỗ thì không cần.

Mỗi ứng dụng này cần ít nhất một trong ba ưu điểm của keo dán resorcinol: đông rắn ở nhiệt độ phòng, tuổi thọ liên kết cao hay bám dính đặc biệt với nhựa resorcinol cho cả một hay cả hai bề mặt dán.

4.2.2. Tính chất hóa học của nhựa

Có hai loại keo dán resorcinol thông dụng, đó là resorcinol thuần túy và phenol resorcinol. Keo dán phenol resorcinol thường chứa khoảng 15% nhựa phenolic được đóng rắn chậm hơn và có nhiệt độ đóng rắn nhô nhất, giá thành thấp hơn, tuổi thọ ngắn hơn ở trạng thái không được xúc tác và có xu hướng nứt ít hơn nếu gia nhiệt quá sớm trong chu kỳ đóng rắn cho mục đích đóng rắn nhanh. Nứt không phải là vấn đề của cả hai loại ở nhiệt độ đóng rắn 24-27°C.

Khả năng đóng rắn ở nhiệt độ phòng của nhựa resorcinol thu được khi thêm nhóm hydroxyl trong nhân phenol làm tăng tốc độ ngưng tụ với focmandehyt. Dung dịch được tổng hợp nhờ ngưng tụ 1mol resorcinol với 0,6-0,65 mol focmandehyt không có xúc tác nhưng ở 100-150°C, sau đó làm lạnh để ngăn chặn phản ứng tiếp tục. Sản phẩm ngưng tụ được pha loãng với etanol giúp làm bền dung dịch và tạo độ đặc thích hợp để gia công hay trộn. Hàm lượng 65% rắn là thích hợp. Keo dán dễ dàng sử dụng nhờ trộn thêm focmandehyt hay parafofmandehyt như chất làm cứng. Parafofmandehyt được sử dụng phổ biến bởi nó ít mùi và êm dịu hơn cho người sử dụng khi trộn. Parafofmandehyt thường được trộn sơ bộ khi cung cấp với bột gỗ như là tác nhân gia cường. Vì vậy người sử dụng tự thêm cả hai thành phần ở một thời điểm khi thêm “chất làm cứng” vào (dung dịch có độ nhớt cao) nhựa.

Thời gian sử dụng thay đổi từ 1,5-4 giờ tùy thuộc một số giới hạn nhiệt độ của bể ở thời điểm trộn hợp và nhiệt độ xung quanh. Kết quả tốt nhất thu được khi làm lạnh trong quá trình trộn và duy trì hỗn hợp trong khi sử dụng ở 21-24°C.

Thời gian dính có một giới hạn nhỏ nhất cũng như lớn nhất. Thời gian nhỏ nhất phụ thuộc bản chất của kết cấu nhưng đây là cách làm cho hầu hết ancol bay hơi (5-10 phút) trước khi dính sao cho quá trình làm cứng bắt đầu sớm hơn. Giới hạn lớn nhất bắt đầu ở nhiệt độ phòng và thay đổi từ khoảng 15-45 phút.

Tác nhân gia cường không đưa trực tiếp vào phản ứng nhưng tất nhiên parafofmandehyt cung cấp focmandehyt cần thiết để hoàn thành quá trình ngưng tụ và tạo thành resit không nóng chảy trở thành đường keo đóng rắn.

4.2.3. Xử lý bề mặt

Những vấn đề trong hóa học bề mặt không khác nhiều so với các vấn đề liên quan đến liên kết nhựa phenolic. Điều quan trọng là bề mặt được dán phải sạch và bản chất của chúng phải được biết hay từ kinh nghiệm

và về cơ bản keo dán phải làm ướt cả hai bề mặt ở thời điểm phun. Trong dán gỗ, rõ ràng là có một số phản ứng hóa học giữa keo dán và bề mặt dán.

Đường keo resorcinol cứng như thủy tinh và rất chắc. Lý do duy nhất để sử dụng một keo dán là tuổi thọ, nên điều này phải được tính đến khi xem xét các bề mặt dán. Nếu bề mặt dán giãn nở và co ngót khi thay đổi điều kiện xung quanh, liên kết có thể bị hỏng khi trượt hoặc ở bề mặt phân cách hay nếu liên kết thường không tốt với bản thân đường keo. Một phần lý do là bột vỏ hạt được thêm vào.

Các sợi gỗ có tính đàn hồi cao có thể triệt tiêu các ứng suất này. Sự có mặt của gỗ trong nhựa sẽ triệt tiêu một cách thích hợp các ứng suất này. Kim loại không thể liên kết vĩnh cửu mà không có lớp phủ đầu tiên với lớp lót cứng đàn hồi có độ bám dính tốt với kim loại sẽ cho phép nhựa resorcinol dán tốt với nó. Một số lớp lót thông dụng và hiệu quả là phenol focmandehyt - cao su butadien acrylonitrin; cao su phenol focmandehyt neopren và hỗn hợp latex casein - neopren.

Thủy tinh và đồ sứ hay vật liệu giống thủy tinh cũng là các vật liệu lót đặc biệt. Ngoài ra bề mặt thủy tinh phải xử lý hóa học để bảo đảm độ bám dính lớp lót khi có mặt ẩm như sẽ xảy ra khi tiếp xúc với bên ngoài.

Các bề mặt vô cơ xốp hay vừa dán tốt với keo dán nhựa resorcinol-focmandehyt, nhưng để đạt kết quả tốt nhất, bột vỏ hạt thường được bỏ qua do nó có xu hướng ngăn sự làm ẩm trong các trường hợp này.

Hầu hết nhựa dán tốt với keo dán nhựa resorcinol trước tiên phải được đánh bóng toàn bộ. Điều này không chỉ làm sạch nhờ loại bỏ tác nhân tách, bao gồm diện tích thực của tác nhân gia cường cung cấp các bề mặt bám dính tốt hơn bản thân nhựa. Cuối cùng, thành phần bên trong của nhựa có thể phù hợp hơn về mặt hóa học để dán so với các lớp bề mặt.

4.3. Keo dán trên cơ sở nhựa amino

Nhựa amino chủ yếu được sử dụng cho keo dán là ure focmandehyt, ure focmandehyt biến tính với furfuryl ancyl, melamin focmandehyt, copolyme ure focmandehyt - melamine và các hỗn hợp. Nhựa ure sẵn có ở dạng dung dịch chứa 45-67% nhựa rắn và trong bột chưa đến 100% nhựa nguyên chất, hỗn hợp chất độn - nhựa và hỗn hợp xúc tác - chất độn - nhựa. Nhựa ure biến tính với furfuryl ancyl chỉ có sẵn ở dạng lỏng. Melamin và nhựa melamin - ure thường chỉ sẵn có ở dạng bột dưới dạng nhựa nguyên chất hay kết hợp với bột gỗ.

Keo dán nhựa amino có phạm vi ứng dụng rộng để dán gỗ dán, đồ gỗ, cửa, thuyền, lớp mỏng, bìa sợi, hồ dán túi, và dán kết cấu nói chung.

Nhựa ure được sử dụng kính tế và đa dạng nhất trong nhóm, cung cấp liên kết tương đối bền ăm. Khi cần độ bền ăm cao hơn, sử dụng keo dán melamin ure là cần thiết. Thậm chí với khả năng chịu sôi lớn hơn và độ bền phía ngoài, nhựa melamin thuần túy được ưa chuộng nhất.

Nhựa melamin có giá thành cao được trộn lẫn hay đồng phản ứng với nhựa ure để làm tăng độ bền ăm của đường keo đóng rắn. Thậm chí thay 10% ure bằng melamin cũng cải thiện đáng kể. Khi thay 50%, độ bền ăm của đường keo khoảng 90% so với độ bền thu được với keo dán toàn melamin.

4.3.1. Hóa học nhựa amino

Phản ứng cơ bản giữa một andehyt điển hình là focmandehyt và ure, melamin, ure thế hay melamin thế là tương tự nhau. Dưới những điều kiện riêng phản ứng diễn ra khi kết hợp andehyt với nitơ của nhóm amin, tách nước. Hơn nữa, phản ứng giữa vật liệu ban đầu và trùng hợp của sản phẩm ngưng tụ trung gian khá phức tạp và bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố:

- 1) Tỷ lệ mol của các chất phản ứng.
- 2) Số nhóm amino hoạt động.
- 3) Kích thước hay độ phức tạp của nhóm thế N không hoạt động.
- 4) Mức độ hoạt động của nhóm amino bị ảnh hưởng bởi các thành phần trong phân tử.
- 5) pH phản ứng và pH đệm.
- 6) Thời gian và nhiệt độ phản ứng.
- 7) Nồng độ của các chất phản ứng.
- 8) Sự có mặt và tỷ lệ các chất lỏng không nước như ancol trong hỗn hợp phản ứng.

4.3.1.1. Nhựa ure

Cơ chế mà các dẫn xuất monome của ure và focmandehyt chuyển hóa thành sản phẩm trung gian và trùng hợp hoàn toàn hay trạng thái đóng rắn đã được nghiên cứu nhiều. Phân tích sản phẩm ngưng tụ trung gian thấy rằng sự có mặt của hai liên kết cấu trúc có thể: metylen, $-NH-CH_2-NH-$ và ete, $-NH-CH_2-O-CH_2-NH-$. Nhóm cuối mạch có thể tồn tại dạng amit, $-NH_2$, metylol, $-CH_2OH$, hay azometin, $-N=CH_2$.

Tất cả các nhựa thương mại có chứa nhóm cuối mạch hoạt động với các tỷ lệ khác nhau có thể ngưng tụ tốt hơn dưới ảnh hưởng của nhiệt, xúc tác hay cả hai để thu được sản phẩm đóng rắn không nóng chảy.

Nước, trong trường hợp nhựa không biến tính và ancol tương ứng, trong trường hợp nhựa ankylat hóa được tách ra khi ngưng tụ. Để thu được các tính chất tối ưu của sản phẩm hoàn thiện cho hầu hết các ứng dụng, quá trình trùng hợp không được tiến hành tới mức độ cao nhất có thể. Một vài nhóm cuối mạch hoạt động vẫn xuất hiện trong sản phẩm đóng rắn.

Vì nhựa ure đóng rắn không tan và không nóng chảy nên xác định trực tiếp kích thước phân tử của chúng bằng các phương pháp áp dụng cho nhựa nhiệt dẻo là không thể. Đánh giá dựa trên phân tích sản phẩm đóng rắn chỉ ra mức độ trùng hợp tương đối thấp so với nhựa nhiệt dẻo. Giá trị trọng lượng phân tử cao nhất thu được là 536 và trung bình là 400. Trọng lượng phân tử này chỉ ra rằng polyme được đóng rắn có thể chứa 5-6 đơn vị monome. Nhựa melamin được coi là có cơ chế trùng hợp tương tự ure, có mức độ trùng hợp 20-30 đối với sản phẩm đóng rắn.

4.3.1.2. Nhựa ứng dụng cho keo dán

Nhựa ure cho các ứng dụng keo dán là sản phẩm ngưng tụ ure với focmandehyt. Dung dịch hay phân tán hoàn toàn trong nước ở nồng độ thấp thường không thể. Tỷ lệ mol khoảng 2 focmandehyt/ 1 ure là phổ biến đối với các nhựa này. Chúng thường sẵn có ở dạng dung dịch hay bột sấy phun.

Đóng rắn nhựa được thực hiện nhờ thêm axit hay xúc tác cho axit ngay trước khi sử dụng. Nhiệt có thể hay không thể được sử dụng để tăng tốc độ trùng hợp. Thường thì xúc tác axit được đưa vào dưới dạng muối amoni. Thậm chí ở nhiệt độ phòng muối amino của axit mạnh sẽ phản ứng với bất kỳ focmandehyt nào không kết hợp có mặt trong phân tán nhựa cũng như nhóm cuối mạch metylol của phân tử monome để tạo thành hexametylen tetramin và axit tự do tương ứng.

Sự giải phóng axit từ muối thường quá nhanh đối với một thời gian làm việc hợp lý của keo dán. Do đó trong keo thường có pH đệm như tricanxi photphat để làm giảm quá trình trùng hợp ở nhiệt độ phòng. Khả năng đệm này có tác dụng ngăn pH đường keo giảm làm phân hủy cấu trúc keo.

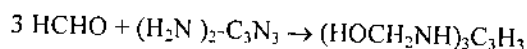
Axit thoát ra từ muối hoạt động như một xúc tác để thúc đẩy quá trình ngưng tụ các monome và polyme trung gian nhờ loại nước tạo thành cấu trúc mạch thẳng, ngẫu nhiên và đóng vòng. Quá trình ngưng tụ có thể diễn ra giữa hai nhóm metylol cuối mạch, giữa một nhóm metylol và một nhóm amin, hay nhờ loại nước từ một nhóm metylol để tạo thành một methine không no có khả năng tạo thành vòng.

4.3.1.3. Nhựa melamin

Phản ứng giữa melamin, 2,4,6-triamino-1,3,5- triazin và focmandehyt có cơ chế tương tự như ure. Thực nghiệm chứng tỏ rằng cấu trúc vòng

triazin trong melamin còn nguyên vẹn và sự nhựa hóa diễn ra do ngưng tụ focmandehyt với một hay nhiều nhóm amino bên cạnh.

Melamin là tinh thể màu trắng, có độ tan rất thấp trong nước, rượu hay các dung môi thông thường khác. Nó dễ tan trong focmalin ấm nhờ phản ứng để tạo thành một loại metylol melamin. Ba nhóm amino hoạt động có mặt có thể phản ứng với 6 mol focmandehyt. Nhờ phản ứng 1mol melamin với 3 mol focmalin ấm đến khi thu được dung dịch và làm lạnh nhanh, tinh thể trimetylol melamin có thể tách ra:



Melamin Trimetylol melamin

Metylol melamin ngưng tụ tạo thành polyme dạng nhựa nhờ gia nhiệt dưới điều kiện kiềm yếu. Tiến trình trùng hợp metylol melamin phụ thuộc pH. Thay đổi nhẹ tính axit hay tính kiềm có ảnh hưởng lớn hơn tới tiến trình phản ứng so với trường hợp metylol ure. Ở pH = 7, trước tiên tạo thành polyme ưa nước, tan trong nước. Dưới điều kiện gia nhiệt liên tục, dung dịch nhựa khi pha loãng bằng nước nhưng vẫn dễ pha loãng với hỗn hợp nước - ancol. Tiếp tục gia nhiệt một số nhựa có thể kết tủa từ dung dịch bởi ancol và dung dịch sẽ tách thành hai lớp khi làm lạnh. Trong thương mại phản ứng chỉ được tiến hành cho giai đoạn tan trong nước hay tan trong nước - ancol và phản ứng bằng cách tăng pH đến khoảng 10 và làm lạnh. Nếu phản ứng tiến hành ở pH = 6 hay thấp hơn, polyme không tan được tạo thành rất nhanh.

Đóng rắn nhựa melamin có thể thực hiện đơn giản nhờ gia nhiệt. Sự có mặt lượng nhỏ axit sẽ xúc tiến quá trình đóng rắn nhiệt đặc biệt là sản phẩm butylat hóa. Tuy nhiên, không giống nhựa ure, melamin không đóng rắn ở nhiệt độ phòng thậm chí khi có mặt xúc tác axit.

4.3.1.4. Sản xuất các keo dán nhựa amino đặc biệt

Các keo dán ure lỏng: Keo dán ure focmandehyt đặc biệt được sử dụng trong sản xuất gỗ dán được tổng hợp trong nồi phản ứng gồm một máy khuấy tua bin và sinh hàn hồi lưu. Như với hầu hết các nhựa amino, một loạt sản phẩm có thể được tổng hợp nhờ thay đổi tỷ lệ mol của chất phản ứng, pH, điều chỉnh đệm khi phản ứng và mức độ trùng hợp đạt được trong chu kỳ ngưng tụ.

Ure được nạp vào bình phản ứng có chứa focmalin. Tỷ lệ mol được ưa dùng là 1,5-2 focmandehyt: 1 ure. Ure có thể thêm vào toàn bộ từ khi bắt đầu phản ứng hay bước tiếp theo để thu được sự phân bố polyme và khả năng phản ứng của sản phẩm cuối khác nhau. Ure sẽ dễ dàng tan trong focmalin với hiệu ứng thu nhiệt nhỏ. pH của dung dịch được điều

chỉnh bằng NaOH hay các kiềm khác tới 7,5-8,0 và hỗn hợp được gia nhiệt để hồi lưu. Nhiệt độ dòng hồi lưu khoảng 98°C. Phản ứng được tiếp tục ở dòng hồi lưu đến khi đạt được quá trình trùng hợp mong muốn được xác định bởi độ nhớt dung dịch. Toàn bộ chu kỳ là 4- 8 giờ cho keo dán gỗ dán. Để tăng tốc độ phát triển mạch polyme mà không kéo dài giai đoạn gia nhiệt vượt quá giới hạn kinh tế, pH phản ứng được giảm tới 5,6- 6 nhờ thêm axit foemic. Sự điều chỉnh pH này được tiến hành ở thời điểm xác định khi hồi lưu và sau khi tất cả ure đã nạp vào. Ở pH thấp hơn, độ nhớt dung dịch tăng nhẹ tới giá trị được mong đợi cho sản phẩm. Nhựa sau đó được điều chỉnh pH tới khoảng 8,0 để ức chế phản ứng tiếp theo và được làm lạnh để đóng kiện vào trống hay bể. Dung dịch nhựa chứa 45-66% rắn được tổng hợp theo phương pháp này.

Quá trình biến tính chống nứt của nhựa ure focmandehyt lỏng thu được khi thêm furfuryl ancol vào dung dịch nhựa ure gần cuối giai đoạn hồi lưu.

Nhựa keo dán ure lỏng cho độ bền tốt khi bảo quản. Chúng không đủ hoạt động để được sử dụng làm keo dán như đã tổng hợp và đóng kiện. Các xúc tác và chất độn phải được thêm vào ngay trước khi sử dụng để thu được đường keo đóng rắn.

Keo dán ure dạng bột: Nhựa ure dạng bột được tổng hợp nhờ sấy phun nhựa lỏng theo cách tương tự đã được mô tả ở trên. Sản phẩm là bột chảy tự do với thời gian hoạt động tốt khi được bảo quản ở nhiệt độ thấp và bảo vệ tránh ẩm khí quyển. Trái với nhựa ure lỏng, xúc tác và chất độn hay chất giãn nở phải được thêm trước khi áp dụng như keo dán. Trong khi các khối nhựa ure dạng bột dùng cho công nghiệp được đóng kiện mà không thêm xúc tác thì các công thức thương mại chứa nhựa dạng bột được trộn với chất độn, xúc tác và chất làm chậm đóng rắn thường sẵn có. Thường thì các sản phẩm này được bán trong các thùng chứa nhỏ và chỉ cần trộn với nước để hoạt hóa.

Chất độn thường được sử dụng cho keo dán là bột gỗ. Các xúc tác thường là muối amoni như amoni clorua hay sunfat. Chất làm chậm đóng rắn như tricaxi photphat được sử dụng để đệm hỗn hợp keo dán và keo dán thời gian làm việc của hỗn hợp keo ướt.

Keo dán melamin và melamin ure dạng bột: Nhựa copolyme melamin và melamin ure dạng bột sử dụng cho keo dán được sản xuất trên thiết bị giống nhựa amino sấy phun. Nhựa cơ bản giống nhựa được tổng hợp cho các hợp phân đúc trong công nghiệp hay sử dụng để cán mỏng nhưng được trùng hợp tới một giai đoạn sớm hơn ở trạng thái lỏng. Sản phẩm vẫn giữ được độ tan trong nước nhưng chỉ trong dung dịch đậm đặc hơn.

Nhựa melamin có thể được đóng rắn thành một đường keo không tan mà không cần xúc tác nhờ sử dụng nhiệt, nó được bán dưới dạng nhựa

nguyên chất hay hỗn hợp với chất độn gỗ. Các copolyme của melamine và ure có thể hay không cần một xúc tác riêng để đạt được đóng rắn hoàn toàn phụ thuộc tỷ lệ melamin và ure trong công thức. Khi hàm lượng melamin bằng hay lớn hơn hàm lượng ure thì không cần sử dụng xúc tác.

Trộn lẫn nhựa amino dạng bột với chất độn và các phụ gia khác được thực hiện nhờ trộn cơ học ở trạng thái khô trong máy trộn. Các tác nhân chống đóng bánh được thêm vào máy trộn giúp duy trì tính chất chảy tự do trong khi bảo quản.

4.4. Keo dán trên cơ sở nhựa Epoxy

Epoxy có những ưu điểm đặc biệt so với các loại nhựa khác để làm keo dán.

Độ bám dính: nhờ các nhóm epoxy, hydroxyl, amin và các nhóm phân cực khác, epoxy có độ bám dính cao đặc biệt với kim loại, thủy tinh và gốm. Người ta có thể tính toán để cho hỗn hợp có độ nhớt thấp cải thiện khả năng làm ẩm phủ và thấm. Các nhóm chức khác nhau cung cấp ái lực tốt giữa kim loại và nhựa. Ví dụ, epoxy dùng để dán đồng với lớp mỏng phenolic trong bản in.

- *Kết dính:* Khi nhựa được đóng rắn riêng, độ bền kết dính với đường keo cũng lớn và độ bám dính của epoxy với các vật liệu khác tốt, hư hỏng dưới ứng suất thường xảy ra ở một bề mặt dán hơn là ở epoxy hay ở bề mặt tiếp xúc. Điều này xảy ra với thủy tinh và nhôm cũng như các bề mặt dán yếu hơn như bê tông và gỗ.
- *Dạng rắn không có sản phẩm phụ:* không giống phenolic hay một số keo dán nhựa khác, epoxy đóng rắn mà không giải phóng nước hay các sản phẩm phụ ngưng tụ khác. Điều này làm cho nó có thể dán epoxy chỉ ở áp suất tiếp xúc hay không cần áp suất cao. Hơn nữa, do không có nước loại bỏ (như với mùn cao su) và không có dung môi bay hơi (như với keo dán nitro xenlulo), epoxy là phù hợp để dán các bề mặt không thấm như kim loại và thủy tinh.
- *Độ co thấp:* epoxy đóng rắn chỉ có tỷ lệ co rất nhỏ của keo dán kiểu vinyl như polyeste và acrylic; do đó ít tạo ứng suất trong đường keo và liên kết bền hơn. Epoxy cũng không kéo ra khỏi sợi thủy tinh như polyeste. Quá trình co có thể giảm tới 1% nhờ bổ sung silic, nhôm và các chất độn vô cơ khác.
- *Độ rắn thấp:* Các epoxy đóng rắn cũng như các nhựa nhiệt rắn khác duy trì hình dạng dưới ứng suất kéo tốt hơn các nhựa nhiệt dẻo như polyvinyl axetat, nitro xenlulo và polyvinyl butyral.
- *Bền ẩm và dung môi:* không giống protein, tinh bột, dextrin, keo và polyvinyl ancol, epoxy không nhạy với độ ẩm. Độ bền dung môi của

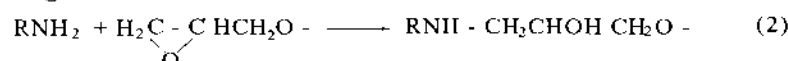
chúng cũng đáng chú ý và cho những ưu điểm lớn trong lĩnh vực sơn phủ. Chúng là rào chắn nhiệt và dòng điện hiệu quả.

- *Khả năng biến tính*: các tính chất của keo dán epoxy có thể thay đổi nhờ (a) lựa chọn nhựa và tác nhân đóng rắn; (b) trộn hợp epoxy với 1 nhựa khác; hay (c) trộn hợp với chất độn.

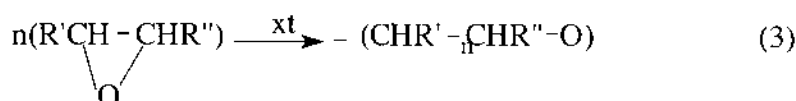
Một vài vật liệu không được dán hiệu quả với epoxy thông thường. Chúng là các nhựa kết tinh và ít phân cực; polyetylen không xử lý, hầu hết các silicon, flo cacbon không xử lý, vinyl dẻo hóa và cao su butyl. 3 vật liệu đầu tiên là các vật liệu không dính.

4.4.1. Các nhựa trung gian

Nhóm epoxy hay ethoxylen là một vòng ba hoạt động cao. Cả vật liệu bazơ và axit đều gây ra sự mở vòng. Với các amin bậc 1 và bậc 2, ete glycidyl phản ứng để cho amin ancol.



Dưới ảnh hưởng của các bazơ khác anhydrit và axit Lewis, một epoxy ngoài mạch hay trong mạch có thể trùng hợp thành polycete mạch ngắn.

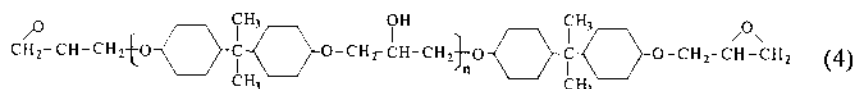


Ngoài việc xúc tác quá trình trùng hợp epoxy, anhydrit phản ứng với epoxy để tạo thành este ancol. Một lượng nhỏ nước hay ancol là cần thiết để khơi mào phản ứng.

Nếu ít nhất một vài phân tử epoxy có chứa nhiều hơn một nhóm epoxy, có thể tạo thành một mạng lưới không tan và không nóng chảy.

4.4.1.1. Nhựa dẫn xuất từ epiclohydrin ("epi")

Epoxy trung gian được sử dụng rộng rãi nhất là epoxy được tổng hợp nhờ ngưng tụ kiềm epiclohydrin và bisphenol - A "bis" tạo thành nhựa có công thức cấu tạo:



Nhựa thương mại “bis-epi” chủ yếu là hỗn hợp polyme trong đó n trung bình thay đổi từ 0 tới khoảng 20. Nhựa với n trung bình bằng hai hay lớn hơn là chất rắn ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên, chúng là các nhựa “bis-epi” lỏng, được quan tâm nhiều nhất cho các công thức keo dán.

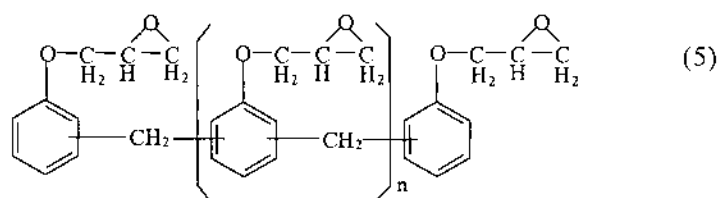
Mỗi phân tử polyme có n nhóm $(-OH)$ làm tăng tốc độ đóng rắn nhựa với chất làm cứng amin. Hơn nữa chúng tăng độ bám dính của nhựa epoxy đóng rắn với kim loại và các chất nền phân cực khác. Do đó, epoxy lỏng càng nhớt thường được ưa dùng hơn các epoxy ít nhớt hơn cho các ứng dụng keo dán.

Nhựa rắn “bis-epi” có hàm lượng hydroxyl cao hơn cũng cho độ bền nhiệt tốt hơn. Tuy nhiên chúng phải được hòa tan và dung môi phải được bay hơi trước khi đóng rắn hoàn toàn. Điều này làm cho việc sử dụng chúng khó khăn hơn.

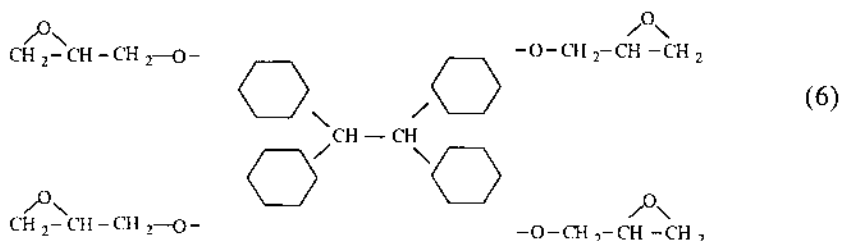
Nhựa béo được tổng hợp nhờ ngưng tụ epichlorhydrin với rượu đa chức béo như glycerin. Nhựa biến tính được tổng hợp nhờ trộn hay phản ứng “bis-epi” không biến tính với polyepoxy béo, monoglycidyl (allyl, butyl, phenyl) đêo hóa như phtalat. Nhựa biến tính có độ nhớt gần như giống nhau nhưng có các chất biến tính khác nhau.

Cùng với các diepoxy mong muốn, quá trình ngưng tụ “bis” và “epi” thu được một số sản phẩm phụ có ít hơn hai nhóm epoxy. Giống như các cte monoglycidyl được thêm vào như chất biến tính, các sản phẩm phụ thu được có tính đàn hồi lớn hơn nhưng độ bền nhiệt thấp hơn.

Nhựa epoxy novolac, được tổng hợp nhờ phản ứng của epichlorhydrin với nhựa novolac cho công thức cấu tạo lý tưởng hóa có giá trị n trung bình là 1,3.



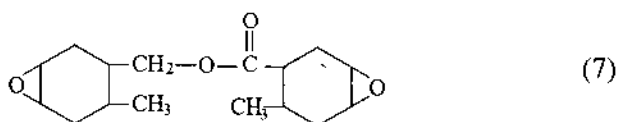
Nhựa epoxy rắn với chức năng và khả năng hoạt động cao là một hỗn hợp các đồng phân và đồng đẳng có cấu tạo được lý tưởng hóa như sau:



Các nhựa này có ích để tổng hợp keo dán nhiệt độ cao.

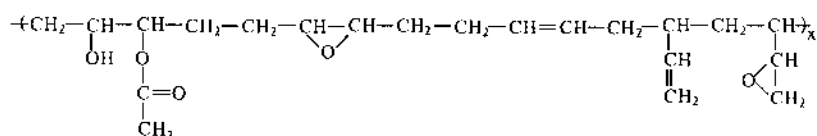
4.4.1.2. Nhựa được tổng hợp nhờ peoxi hóa

Các hợp chất epoxy dẫn xuất từ polyolefin có thể sử dụng cho keo dán dù không dễ dàng như "epi"- dẫn xuất glycidyl ete. Polyolefin được peoxy hóa với peaxetic axit để tạo thành nhựa như:



Khi được trộn với axit đime hay axit dầu béo cao cho tính mềm dẻo và được đông rắn nhiệt với 2% thiếc (II) octoate thì thu được keo dán và chất hàn gắn có độ bền và chạm nhiệt và va đập tốt.

Cao su epoxy hóa, được tổng hợp nhờ peoxit hóa polybutadien hoặc cao su tự nhiên có cấu trúc lý tưởng như sau:



Nó có các nhóm chức khác nhau: hydroxyl, nhóm epoxy trong và cuối mạch, vinylen và nhóm vinyl. Nhờ có các nhóm vinyl, nó có thể đóng rắn với xúc tác peoxit như dicumyl peoxit. Bảng 4.1 là tính chất của chúng.

Bảng 4.1. Tính chất đặc trưng của nhựa chưa đóng rắn

	Polybutadien epoxy hóa	Cao su tự nhiên epoxy hóa
Bề ngoài	Lỏng, màu hổ phách	Màu vàng nhạt, lỏng
Độ nhớt, poise ở 25°C	1800	160
Thành phần hoạt động, %	100	100
Tỷ trọng riêng	1.010	1.014
% epoxy	9.0	11.0
Khối lượng đương lượng epoxy	117	145
% hydroxyl	2.5	2.0
Chỉ số iôt	185	154

Để đạt độ bền nhiệt tốt nhất, dicumyl peoxit được bổ xung nhờ một tác nhân đóng rắn anhydrit trong glycol như một chất dẻo hóa hoạt động nội. Một amin thơm cũng được sử dụng với ưu điểm như tác nhân đóng rắn khi có mặt xúc tác phenol hay resorcinol nhưng phải được gia nhiệt tới nhiệt độ cao để thu được nhưng đặc trưng biến dạng nhiệt tốt.

4.4.2. Tác nhân đóng rắn

Các epoxy trung gian chưa đóng rắn hoặc ở dạng lỏng màu mật ong hoặc dạng rắn dòn màu hổ phách hóa lỏng khi gia nhiệt. Khi được đóng rắn hay làm cứng, phân tử polyme ngắn được liên kết với nhau để tạo thành cấu trúc tạo lưới. Sản phẩm cuối là nhựa nhiệt rắn, không tan và không nóng chảy.

Dù tác nhân đóng rắn có là xúc tác hay chất làm cứng thì hoạt động đóng rắn là tỏa nhiệt hay giải phóng nhiệt. Khi cán thành các mặt cắt dày, nhiệt độ càng cao tạo ra quá trình đóng rắn nhanh hơn. Tuy nhiên khi dán keo, đường keo thường mỏng và nhiệt sinh ra bởi phản ứng đóng rắn được chuyển phần lớn vào bề mặt dán. Do đó, chất làm cứng nhanh nhất được ưa chuộng khi không cung cấp nhiệt cho liên kết keo dán.

Bảng 4.2 là các đặc trưng của một số tác nhân đóng rắn quan trọng cho keo dán epoxy và tỷ lệ thường dùng để kết hợp với 100 phần epoxy lỏng có đương lượng epoxy = 190. Thời gian làm việc là một chỉ số độ bền của thành phần hỗn hợp ở nhiệt độ phòng. Nói chung, các amin thơm và các anhydrit vòng cho độ bền nhiệt cao nhất.

Bảng 4.2. Tác nhân đóng rắn cho nhựa epoxy lỏng

Mã hóa	Tên	Nồng độ thường dùng (phần khối lượng)	Thời gian làm việc ở nhiệt độ phòng (phút)	Chu trình đóng rắn tối ưu	
				Phút	°C
DETA	Diethylentriamin	8-10	53	30	115
TETA	Triethylentetramin	10-12	ngắn	300	t° phòng
DEAPA	Diethylaminpropylamin	6	210	60	115
"DMP" 30	Tris(dimethylaminometyl)phenol	6	29	60	80
MPDA	metaphenylendiamin	14	dài	120 +240	85 150
MDA	metylendianilin	28.5	dài	120	150
Dicy	diciandiamin	6	440	30	165
BF ₃ :MEA	BF ₃ :monoetylamin	3	rất dài	240 +240	120 200
PA	Phthalic anhydrit	45	dài	300	150
HET	Clorendic anhydrit	120	dài	240	150
NMA	"Nadic" metylanhydrit	82	dài	960	120
BDMA	benzyl dietylamin	0.5		+60	180

So sánh anhydrit HET với anhydrit pyrodimellitic MDA và một amin béo thấy rằng HET cho độ bền kéo căng tốt nhất ở nhiệt độ cao khi sử dụng 140 phần HET với 100phần ED6. Nhựa trước tiên được gia nhiệt tới 150°C và chất làm cứng được thêm và khuấy trong dung dịch, khi đó hỗn hợp được làm lạnh tạo thành 1 dạng dính. Keo dán dính được áp dụng cho các panel nhôm nóng. Đóng rắn 30phút ở 140°C và đóng rắn sau trong 16 giờ ở 160°C. Độ bền kéo căng 3000psi được duy trì ở nhiệt độ 175°C. Nhờ so sánh, thành phần MDA bị làm yếu ở nhiệt độ trên 150°C và các panel khác ở nhiệt độ thấp hơn.

4.4.3. Độ độc

Các epoxy đóng rắn không có hại cho sức khỏe khi tiến hành trên động vật ở phòng thí nghiệm với liều lượng lớn trong thời gian dài, trái ngược với nhựa không đóng rắn và các chất làm cứng hoạt động hóa học không được đề tiếp xúc với da. Chất làm cứng amin có thể gây viêm da hay tấn công bệnh hen. Một số diepoxy béo - butadien dioxit và đặc biệt là vinyl xyclohexan dioxit cấu thành các khối u khi được sơn lên da chuột; do đó các vật liệu này thường không được dùng cho các công thức keo dán.

Các amin béo hydroxy etylat hóa gây kích thích ít hơn amin béo thông thường. Các chất làm cứng amin biến tính này rất sẵn có.

4.4.4. Chất độn

Các chất độn thường được kết hợp trong keo dán epoxy để thu được một hay nhiều ưu điểm sau: giá thành thấp hơn; độ co ít hơn; hệ số giãn nở nhiệt thấp hơn và độ bền nhiệt lớn hơn.

Độ bền kéo căng ở nồng độ chất độn xác định được cho trong bảng 4.3.

Bảng 4.3. Ảnh hưởng lượng chất độn lên độ bền kéo

Chất độn	Lượng chất độn/100g nhựa	Độ bền kéo căng (psi)		
		-57°C	ở t° phòng	82°C
Không	0	-	2710	1350
Titan dioxit	166.7	1490	1550	2070
	150	1700	1860	2680
	100	2080	2040	2520
	66.7	2330	2730	1760
Niken oxit	233.3	222.	1800	2620
	216.7	1800	1930	2330
	166.7	2120	2050	2440
	90	2020	2020	2670
Chì oxit	250	1810	2090	2930
	233.3	2220	2200	3770
	183.3	2160	2390	3150
	150	2530	2720	2760
Sắt oxit	133.3	2200	2460	3680
	108.9	1940	3060	3200
	83.3	2540	2630	2900
	66.7	2390	2880	2760
Nhôm oxit	103.3	2050	1920	2490
	86.7	2060	2430	2820
	53.3	2460	2700	2680
	36.7	2020	3070	2160

4.4.5. Công thức

4.4.5.1. Keo dán bền, dùng cho mục đích chung

Đối với những liên kết đàn hồi và đặc trưng nhiệt độ thấp tốt, trộn nhựa epoxy lỏng và nhựa polysulfua lỏng đóng rắn với một chất làm cứng amin lỏng, ví dụ:

	Số 1 (PKL)	Số 2 (PKL)
Epoxy ED 5	100	100
Polysulfua	50	50
DMAPA (dimetylaminopropylamin)	10	-
"DMP" 30	-	6

Sau khi đông rắn 1 giờ ở 100°C , độ bền kéo căng như sau:

Nhiệt độ thử ($^{\circ}\text{C}$)	Độ bền kéo (psi)	
	Số 1	Số 2
-40	2180-2470	
20	1740-3200	2470-3200
70	145-290	580-725

Polyamit béo trọng lượng phân tử cao cũng được sử dụng rộng rãi như tác nhân làm mềm. Chúng là chất làm cứng hoạt động trở thành chất dẻo hóa nội trong sản phẩm đông rắn để làm tăng tính chảy. Chúng đông rắn chậm ở nhiệt độ phòng, nhưng hầu như thường phải gia nhiệt để giảm độ nhớt, dễ trộn hợp với epoxy. Chúng có thể được sử dụng mà không phải thêm tác nhân đông rắn khác.

4.4.5.2. Keo dán nhiệt độ cao

- *Keo dán một thành phần*: trên cơ sở tác nhân đông rắn không phản ứng ở nhiệt độ phòng nhưng được hoạt hóa khi gia nhiệt. BF_3 : MEA, viết tắt của Botriflorua (BF_3) và monoethyl amin hiệu quả ở nồng độ 1-3%, nó là một vật liệu axit cao. Dixyandiamit được sử dụng 5-10 phần khối lượng là một chất rắn, do đó có thể nghiền bi với nhựa có hay không có chất độn để cho keo dán dạng bột. Nó được hoạt hóa ở nhiệt độ 177°C và cao hơn.

- *Trộn hợp phenolic - epoxy*: phù hợp cho nhiều ứng dụng ở các thái cực nhiệt độ. Epoxy là thành phần nhỏ nhưng chủ yếu cho độ bám dính tốt.

Chất xúc tiến đông rắn và chất ức chế oxi hóa đều là các tác nhân tạo chelat, gắn chặt sắt với các kim loại hòa tan khác, thúc đẩy sự hư hỏng của màng nóng.

Keo dán lỏng được ngâm trong lớp lót thủy tinh trên một màng lót "Teflon" và đông rắn sơ bộ ở 132°C trong 35 phút. Trong khi nó vẫn nóng, một màng "Teflon" khác được đặt lên, không khí và nhựa dư được ép ra ngoài. Sau khi làm lạnh, tổ hợp được bảo quản giữa các tấm màng polyetylen. Băng dính kiểu này đã được sử dụng làm composite vải thủy tinh cốt tổ ong và các tấm nhôm hay thép không gỉ, dán ở 149°C trong 1 giờ.

- *Epoxy novolac*: Nhựa novolac có thể thay thế các nhựa "bis-epi" thông thường cho cả hệ băng dính mang và keo dán lỏng. Nhựa novolac có độ bền tốt hơn ở nhiệt độ cao so với nhựa "bis-epi" duy trì các tính chất vật lý ở nhiệt độ cao 260°C .

Trên quan điểm chức năng cao của novolac (3,3 epoxy/ 1mol DEN 438), không cần sử dụng amin chức năng cao như DETA. Đông rắn có thể thực hiện với chất làm cứng có chức năng thấp hơn, chỉ sử dụng 80% về tỷ lượng. Amin bậc 3 rất có ích với lượng nhỏ.

- *Trộn hợp epoxy - nylon*: Một số nylon tổng hợp tương hợp với nhựa epoxy dưới những điều kiện đặc biệt để cho keo dán có độ bền bóc rất cao. Trộn hợp epoxy/ nylon tổng hợp dưới dạng màng khô. Trong quá trình dán vỏ nhôm với lõi kẹp tổ ong, màng và keo dán khô được đặt lên, áp suất 25psi được áp dụng và composit được đóng rắn ở 177°C trong 1 giờ. Do đó một keo dán đơn thay thế một cặp vật liệu: một màng nitrin phenolic cho độ bền bóc cao và một hợp phần được độn epoxy cho khả năng làm ẩm tốt đối với lớp kẹp.

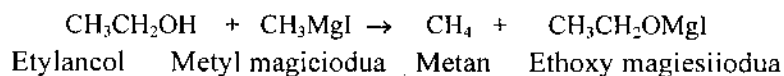
4.5. Keo dán trên cơ sở isoxyanat

Tính hiệu quả của keo dán trên cơ sở isoxyanat có thể do sự kết hợp một số mục đích đặc trưng của vật liệu:

- 1) Isoxyanat phản ứng dễ dàng với một số nhóm chức khác.
- 2) Diisoxyanat và polyisoxyanat có thể tự trùng hợp in situ để tạo thành nhựa có cấu trúc ba chiều.
- 3) Isoxyanat khá dễ tan trong nhiều chất hữu cơ và kích thước phân tử nhỏ dễ thấm vào các cấu trúc xốp không tan.
- 4) Phản ứng của diisoxyanat và polyisoxyanat với polyeste mang nhóm hydroxyl và các polyete, các chất đồng phản ứng trong keo dán isoxyanat, tạo thành polyurethan phân cực bền, mềm dẻo, và cho lực hút mạnh với nhiều loại bề mặt.
- 5) Isoxyanat cung cấp liên kết elastome - kim loại có khả năng chịu mỏi cao.
- 6) Isoxyanat thậm chí phản ứng với các lớp oxit hydrat hóa trên bề mặt kim loại, do đó tạo bề mặt sạch có thể nhận nhóm ure của keo dán để tạo thành liên kết hóa học, hay ít ra là liên kết hóa trị, với hóa trị còn lại của mạng lưới kim loại".

Isoxyanat hữu cơ có xu hướng phản ứng khá dễ dàng với các chất chứa nguyên tử hidro linh động, nguyên tử hydro có thể được thay thế bởi một kim loại kiềm hay metyl magie iodua.

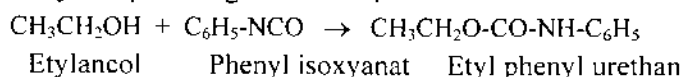
Trong trường hợp etyl ancól, hydro trên nguyên tử oxy là một nguyên tử hidro linh động.



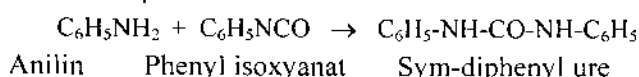
Nhóm chức chứa nguyên tử H linh động có khả năng phản ứng với isoxyanat bao gồm: -OH (hydroxyl), -SH (sunfo hydrin), -NH- (imino), -NH₂ (amino), -NHR (amino thế), -COO- (cacboxyl), -CONH₂ (cacbonamit), -CONHR (cacbonamit thế), -SO₂NH₂ (sunfo amit), -SO₂NHR (sunfo amit thế), -CSNH₂ (thioamit), -SO₂OH (sunfonic)...

Phản ứng của isoxyanat với một số nhóm này được minh họa dưới đây. Để đơn giản monoisoxyanat được sử dụng trong phương trình để mô tả hóa học. Trong những ứng dụng keo dán hiện nay, diisoxyanat hay polyisoxyanat được sử dụng do đó người đọc có thể hình dung rằng phản ứng được minh họa ở đây diễn ra lần lượt ở nhiều vị trí trong mỗi phân tử isoxyanat.

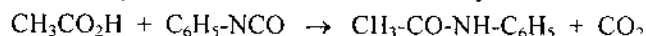
Ví dụ, isoxyanat phản ứng với ancol tạo thành urethan:



Với các amin để tạo thành ure thể



Với nhóm cacboxyl để tạo thành amit thể và/ hay ure thể và CO_2



Axit axetic Phenyl isoxyanat Axetanilic Cacbondioxit

Một điều có thể mong đợi là xenlulo thô chứa nhiều nhóm hydroxyl dễ dàng phản ứng với isoxyanat nhưng bất ngờ là phản ứng này không bao giờ xảy ra. Mặc dù dẫn xuất xenlulo (ví dụ: nitro-, sec. axetyl-, etyl-, benzyl... xenlulo) phản ứng bình thường với isoxyanat nhưng phản ứng của xenlulo biến tính với isoxyanat được xem là rất khó khăn, vì hầu hết mẫu xenlulo không biến tính sấy khô vẫn chứa khoảng 5% “nước tinh thể” và sẽ không tương trong bất kỳ isoxyanat nào. Do isoxyanat phản ứng với nước dễ hơn so với nhóm hydroxyl của xenlulo, ure thể hai lần đối xứng được tạo thành trên bề mặt hay trong sợi xenlulo và là bazo, phản ứng tương đối dễ với nhiều isoxyanat. Vì vậy, isoxyanat được phản ứng trước khi nó có thể phản ứng với xenlulo. Tuy nhiên, quá trình thẩm, sau đó là tự phản ứng, thường vương sản phẩm phản ứng isoxyanat trong toàn bộ sợi xenlulo thô thu được ở dạng gắn chặt.

Chỉ số định lượng về khả năng phản ứng của isocyanat với các nhóm chứa hydro linh động được thể hiện bởi phản ứng của phenyl isoxyanat với các hợp chất sau đây ở 80°C .

Hợp chất hydro hoạt động Hằng số tốc độ phản ứng Tốc độ tương đối

	$\text{K} \cdot 10^4 \text{ l/ mol.giây}$	
n-Butyl phenyl cacbamat	0.06	1
Axetanilit	0.99	16
n-Butyric axit	1.56	26
Diphenyl ure	4.78	80
Nước	5.98	98
n-Butanol	27.5	460

Khả năng phản ứng của nước và ancol với isoxyanat là gần bằng nhau.

Các isoxyanat có thể tự trùng hợp để tạo thành cấu trúc nhựa ba chiều ổn định. Khả năng này có thể bị hạn chế ở isoxyanat thơm và được thúc đẩy bởi vết muối sắt, kiềm, pyridin, ánh sáng và oxy. Gia nhiệt mạnh cũng thúc đẩy sự thay đổi này, có thể minh họa trong trường hợp phenyl isoxyanat.

Cấu trúc dime phenylisoxyanat không bền nhiệt có thể là do hậu quả của việc sử dụng xúc tác pyridin.

Độ bền tuyệt vời của isoxyanat trong các chất hữu cơ và kích thước phân tử nhỏ của chúng làm dễ dàng quá trình khuếch tán. Các tính chất này thúc đẩy sự bám dính do isoxyanat thấm vào bề mặt dán. Chúng có thể tham gia nhiều phản ứng như đề cập ở trên, tất cả các phản ứng đều mở rộng phân tử, ngăn cản nó gắn vào bề mặt dán.

Độ bền và đặc trưng mềm dẻo của màng phân cách được tạo thành giữa các bề mặt dán nhờ keo dán isoxyanat cũng được xem là quan trọng và góp phần thuận lợi.

Phản ứng của diisoxyanat và polyisoxyanat với polyeste mang nhóm hydroxyl và polyete, các chất đồng phản ứng của chúng trong nhiều ứng dụng keo dán, tạo ra polyurethan phân cực, đóng rắn do ẩm, có lực hút mạnh với các bề mặt khác nhau.

Keo dán polyisoxyanat không chỉ cho liên kết bền hơn (cao su - kim loại) mà còn tạo ra một điều kiện cho cao su có thể chịu được độ mỏi lớn hơn, có thể do sự thoái giảm các tính chất vật lý, từ cao su cố định khi tiếp xúc với kim loại thành khối cao su mềm.

Để giải thích độ bám dính của keo dán trên cơ sở isoxyanat không thấm vào bề mặt không hoạt động như thủy tinh và kim loại: phản ứng của nhóm isoxyanat với màng phân tử nước bị hấp phụ chặt luôn có trên bề mặt; phản ứng của nhóm isoxyanat với lớp oxyhydrat trên bề mặt kim loại; trùng hợp isoxyanat trên thủy tinh (kiềm). Tất cả các quá trình này cung cấp sự tiếp xúc riêng nếu không có liên kết hóa học giữa keo dán và bề mặt dán.

4.6. Keo dán polyurethan (PU)

Keo dán PU được biết đến với độ dẻo và dính tuyệt vời, đạt hiệu quả ở nhiệt độ thấp, độ bền kết dính cao và tốc độ đóng rắn có thể điều chỉnh theo yêu cầu. Keo dán PU có khả năng làm ướt hiệu quả bề mặt của hầu hết chất nền.

Theo số liệu thống kê, có trên 3,1 tấn keo dán, chất hàn gắn, elastome... từ PU đã được sản xuất trên toàn cầu trong năm 2000, tiêu

thụ tổng số 2,3 triệu tấn vật liệu urethan thô. Trong đó, nhu cầu về vật liệu PU trong sản xuất keo dán chiếm 18% và chất hàn gắn là 7%. Châu Á Thái Bình Dương là khu vực sản xuất keo dán PU lớn nhất, chiếm khoảng 46% sản lượng toàn cầu. Khu vực này cũng phát triển với tốc độ nhanh nhất trung bình 3,8%/năm tới năm 2005.

4.6.1. Vật liệu thô cho keo dán

Các polyol ứng dụng cho keo dán thường được chia thành ba loại chính: polyol polyete, polyol polyeste và các polyol trên cơ sở polybutadien. Polyol polyete là các polyol thường được sử dụng nhất trong keo dán urethan do kết hợp được tính hiệu quả và kinh tế. Chúng thường được chế tạo từ quá trình trùng hợp mở vòng etylen, propylen và butylen oxit, với các chất khơi mào prôton hoạt động trong sự có mặt của một bazơ mạnh.

Các polyol polyete sẵn có với các chức năng, trọng lượng phân tử và tính kỵ nước khác nhau tùy theo chất khơi mào, lượng oxit và kiểu oxit. Các sản phẩm đầu được bán cũng như là polyol oxit hỗn hợp. Polyete polyol thường có nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh trong khoảng -60°C , chúng tỏ mạch chính quay dễ dàng và ít chuỗi tương tác với nhau. Khi nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh thấp chúng có thêm hiệu quả hoạt động ở nhiệt độ thấp rất tốt. Mạch chính polyete chịu thủy phân kiềm có lợi cho các loại keo dán trên nền kiềm như bê tông. Chúng thường ở độ nhớt rất thấp và làm ướt nền rất tốt. Hơn nữa, giá thành thấp và nguồn cung cấp sẵn có càng làm chúng trở nên hấp dẫn.

Các polyurethan thường được sử dụng hơn trong phạm vi khối lượng phân tử từ 500- 2000 đối với diol và 250-3000 đối với triol. Polyol khối lượng phân tử thấp hơn chức năng cao hơn thường được dùng trong các ứng dụng bột khô nhưng nó cũng đã từng được làm chất khâu mạch cho keo dán urethan hai thành phần đông rắn nhanh. Polyurethan glycol có thể được coi là một polyol polyete. Chúng cung cấp các thuộc tính vật lý cải tiến hơn so với polyete dựa trên etylen oxit, propylen oxit hay butylen oxit kết hợp độ bền kéo cao với khả năng chịu hao mòn tuyệt vời. Chúng cũng được biết đến bởi khả năng chịu thủy phân.

Polyeste polyol được sử dụng rộng rãi trong keo dán urethan do tính chất liên kết và thuộc tính dính tuyệt vời. So với polyol trên cơ sở polyete, keo dán polyol trên cơ sở polyeste có độ bền kéo cao hơn và chịu nhiệt tốt hơn. Các lợi ích này là khả năng chịu thủy phân, hoạt động hiệu quả nhiệt độ thấp và chịu hóa chất. Một trong những lĩnh vực ứng dụng quan trọng hơn của các sản phẩm này là keo dán nhiệt dẻo trên cơ sở dung môi dùng dán đế giày. Các sản phẩm này thường làm từ axit adipic và các glycol khác nhau.

Một số glycerin hay trimethyl propan để đưa các cấu trúc mạch vào bên trong mạch chính polyeste. Anhydrit phtalic cũng có thể được sử dụng để tăng độ cứng và khả năng chịu nước. Polyeste trên cơ sở axit terephthalic giá rẻ thu từ nhựa tái sinh polyetyleneterephthalic (PET) gần đây đã trở nên phổ biến.

Polycaprolacton, một loại polyeste polyol, làm tăng khả năng chịu nhiệt và độ bền kéo của polyol polyeste trên cơ sở axit adipic. Chúng thường có độ nhớt cao hơn và giá thành cao hơn polyol polyete khối lượng phân tử tương đương. Khi khả năng chịu nhiệt là quan trọng, keo dán urethan kết hợp với polybutadien polyol được sử dụng. Các sản phẩm này là nhựa polybutadien lỏng có nhóm hydroxyl cuối mạch. Mạch chính hydrocarbon giảm hấp thụ nước cho tính bền thủy phân tuyệt vời. Hợp chất polybutadien cũng có các thuộc tính nhiệt độ thấp đặc biệt với nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh dưới -70°C . Các sản phẩm này có giá thành cao hơn 40 -50% so với polyol polyete.

4.6.2. Hóa học urethan

Isoxyanat phản ứng với các hydro linh động. Phản ứng này diễn ra với hydro hoạt động gắn vào nguyên tử nitơ và nucleophin electronic phản ứng với các nhóm cacbonyl. Thông thường, dung môi bazơ càng mạnh càng dễ dàng phản ứng với isoxyanat. Các amin béo và amin thơm phản ứng nhanh nhất.

Ancol và hòa tan một cách dễ dàng trong nước ở nhiệt độ phòng. Hầu hết keo dán urethan phụ thuộc vào phản ứng của nhóm -NCO với nước hoặc rượu. Các nhóm -OH bậc một phản ứng nhanh hơn hai tới ba lần so với các nhóm -OH bậc 2 hay bậc 3 dưới các điều kiện tương đương. Tốc độ phản ứng phản ánh tốc độ phản ứng không xúc tác và nên được sử dụng như một chỉ thị tốc độ phản ứng tương đối. Tốc độ thực phụ thuộc vào dung môi, nhiệt độ và sự có mặt của xúc tác. Chất xúc tác có thể làm tăng tốc các phản ứng này và trong một vài trường hợp nó có thể làm thay đổi trật tự của hoạt động phản ứng.

- *Isoxyanat cho các ứng dụng keo dán:*

Toluen diisoxyanat (TDI) là một chất lỏng không màu, dễ bay hơi, độ nhớt thấp được sử dụng trong lĩnh vực keo dán để sản xuất ra các tiền polyme độ nhớt thấp cho các nền dẻo. TDI thường được cung cấp ở dạng hỗn hợp 80:20 lần lượt 2,4 và 2,6 isome với hai cấp độ axit. TDI loại hai thường được dùng cho ứng dụng tiền polyme vì tính axit sẵn có để trung hòa bazơ trong polyetepolyol. Các bazơ này có thể tạo ra các phản ứng tạo mạch trong quá trình nấu tiền polyme, gây ra độ nhớt cao và thậm chí tạo gel nếu không được điều chỉnh thích hợp. Axit dư cũng giúp ổn định tiền polyme, tăng độ bền. Hơn nữa, vì TDI chủ yếu là 2,4- isome, các

nhóm isoxyanat có sự khác nhau trong hoạt động phản ứng. Các tiền polyme TDI được dùng cho keo dán trong ngành sợi và đóng gói thực phẩm do độ nhớt thấp và giá rẻ. Sự bay hơi và các lưu ý khi sử dụng đã hạn chế sự phát triển của chúng trong ứng dụng keo dán.

Metylen diphenyl diisoxyanat (MDI) được sử dụng khi yêu cầu độ bền kéo cao, dai và chịu nhiệt. MDI bay hơi ít hơn TDI, ít nguy hiểm hơn cho đường hô hấp. Mức độ axit trong MDI rất thấp thường trong khoảng 0-10ppm, do đó hàm lượng vết bazơ trong polyol quan trọng hơn nhiều trong sản xuất tiền polyme so với TDI. MDI là chất rắn ở nhiệt độ phòng (điểm chảy 38°C) yêu cầu các phương pháp xử lý khác nhau đối với TDI. MDI cần được bảo quản dạng lỏng ở 46°C và đông lạnh dạng rắn ở -29°C để giảm tối đa tốc độ tăng dime. MDI phản ứng nhanh hơn TDI vì các nhóm -NCO này trong MDI là tương đương, chúng được dùng để dán để giầy và keo dán trong xây dựng.

MDI polyme được tạo ra trong quá trình sản xuất MDI monome. Các sản phẩm này thu được như là các oligome khối lượng phân tử cao hơn của anilin và focmandehyt được photgel hóa. Các oligome này chức trung bình từ 2,3-3,1 và chứa 30-32% NCO. Hàm lượng axit có thể cao hơn 10-50 lần trong MDI tinh khiết và sản phẩm có màu nâu đậm. Hàm lượng axit cao làm giảm hoạt động phản ứng, MDI polyme thường rẻ hơn MDI tinh khiết và vì tính không đối xứng tăng nên có điểm đông lạnh thấp hơn (dạng lỏng ở nhiệt độ phòng). MDI polyme được sử dụng không cần quan tâm đến màu của keo dán thành phẩm. Chúng thường không được dùng cho prepolymer vì thường thu được cấu trúc nhánh độ nhớt cao. Chúng được sử dụng rộng rãi làm keo dán trong lĩnh vực dán lõi đúc, gỗ dán hay các sản phẩm cao su hay sợi.

Isoxyanat béo được sử dụng khi cần khả năng chịu tia cực tím. Một số ví dụ là hexametylen diisoxyanat, MDI hydrogel hóa, isophoron diisoxyanat và tetrametyl xylen. Isoxyanat béo thường đắt hơn isoxyanat thơm và có hạn chế ứng dụng keo dán. Khả năng chịu tia cực tím thường không phải là mối quan tâm chính vì nền chần keo dán khỏi ánh mặt trời.

Isoxyanat khối cũng được dùng trong keo dán urethan. Isoxyanat khối thường dễ chuẩn bị và tính chất hóa học của chúng được nghiên cứu rộng rãi.

Isoxyanat khối có nhiều ưu điểm hơn isoxyanat không tạo khối. Lo ngại về tính nhạy cảm có thể được giải quyết nhờ kết khối isoxyanat. Sự kích hoạt nhiệt sau đó là cần thiết nhưng hầu hết các ứng dụng keo dán thương mại có thể đáp ứng yêu cầu này. Dung dịch phân tán cơ sở nước và dung dịch phân tán isoxyanat trong polyol hay môi trường hoạt động khác có thể sử dụng isoxyanat khối cho ứng dụng keo dán.

4.6.3. Các loại keo dán thông thường

4.6.3.1. Keo dán một thành phần

Loại keo dán một thành phần đầu tiên được dựa trên di hay triisoxyanat đóng rắn nhờ phản ứng với hydro hoạt động trên bề mặt của chất nền. Độ ẩm phản ứng với nhóm isoxyanat để tạo ra ure và các liên kết biuret, khối lượng nguyên tử khối, độ bền và các thuộc tính dính. Tiền polyme cũng được sử dụng như keo dán hàm lượng rắn 100% hoặc keo dán một thành phần trên cơ sở dung môi. Các loại keo dán đóng rắn ẩm ngày nay cũng được sử dụng trong săm lốp, đồ gỗ và các ứng dụng phương tiện giải trí.

Loại keo dán một thành phần thứ hai chứa polyme hydroxy polyurethan dựa trên sản phẩm phản ứng của MDI với polyeste polyol và chất độn. Các polyme này được sinh ra nhờ duy trì tỷ lệ NCO/OH nhỏ hơn 1:1 để giới hạn khối lượng phân tử trong khoảng 50000 đến 200000 với hàm lượng hydroxy thấp (khoảng 0,05 đến 0,1%). Chúng thường được lập công thức trong dung môi để sử dụng dán để giấy hoặc các chất nền khác. Sau khi nhiệt bay hơi, dung môi được sử dụng để làm tan polyme (thường từ 50 đến 70°C), nhiệt độ này làm cho polyme đạt trạng thái mềm, đàn hồi và vô định hình. Khi nguội, keo dán này kết tinh lại để thu được liên kết chắc và bền. Gần đây, polyisoxyanat được đưa vào để làm tăng độ dính và các thuộc tính vật lý khác khi đóng rắn ẩm.

Việc sử dụng keo dán nước gần đây tăng lên vì chúng có thể thay thế keo dán trên cơ sở dung môi trong rất nhiều lĩnh vực ứng dụng. Có rất nhiều tài liệu và bằng sáng chế về ứng dụng của keo dán nước cho để giấy, tấm gói, tấm dệt và làm chất kết dính cho gỗ dán. Vì keo dán polyurethan môi trường nước không có (VOC) chất hữu cơ hay hơi và không bắt lửa nên chúng thân thiện môi trường hơn. Thông thường chúng có thể được trộn với các dung dịch phân tán khác mà không có vấn đề gì và thể hiện lực cơ học tốt. Hệ nước phản ứng hoàn toàn, polyme mạch thẳng được nhũ hóa hay phân tán trong nước. Điều này có thể thực hiện bằng cách tạo tính kỵ nước bên trong mạch chính polyme với nhóm cation hoặc anion hoặc các đoạn dài polyol kỵ nước hoặc ít thông dụng hơn là sử dụng các chất tạo nhũ bên ngoài.

Một polyme urethan phản ứng với chất độn chứa cacboxylat hay sulfonat trong dung môi có thể trộn lẫn với nước, ví dụ axeton. Sản phẩm phản ứng là polyurethan có nhóm isoxyanat cuối mạch hay polyure với các nhóm cacboxylat hoặc sunfonat đối xứng. Các nhóm này có thể dễ dàng biến tính thành muối khi nước được đưa vào dung dịch tiền polyme, cho phép tiền polyme phân tán trong nước. Dung môi này sau

đó được tách để lại sản phẩm đã phân tán. Có thể sử dụng lượng dung môi ít hơn và cũng có thể đưa các đoạn polyol dài kỵ nước vào. Chất độn với các nhóm etylen oxit kỵ nước đối xứng với mạch chính phản ứng với tiền polyme để tạo ra polyurethan không ion tự nhũ hóa. Phản ứng này cũng được tiến hành trong dung môi có thể trộn với nước, sau đó có thể được tách khỏi dung dịch nước.

Isoxyanat khối có thể được coi là keo dán một thành phần. Có thể sử dụng tác nhân tạo khối để isoxyanat trong môi trường hoạt động được kích hoạt bằng nhiệt. Keo dán một thành phần trên cơ sở isoxyanat khối khó điều chỉnh với những ứng dụng đóng rắn ở nhiệt độ phòng.

4.6.3.2. Keo dán hai thành phần

Loại keo dán polyurethan quan trọng thứ hai là hệ hai thành phần. Các keo dán polyurethan hai thành phần được sử dụng rộng rãi khi cần tốc độ đóng rắn nhanh, vì trên dây chuyền lắp đặt của các nhà sản xuất đòi hỏi phải cố định nhanh các phần, đặc biệt là ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ sấy thấp. Các urethan hai thành phần cần thiết trong các ứng dụng lớp mỏng khi không sẵn có âm trên chất nền hay khi âm không thể thấm qua liên kết keo dán. Các urethan hai thành phần cũng rất hiệu quả vì CO_2 (sinh ra do đóng rắn âm một thành phần) hay một tác nhân tạo khối bay hơi có thể ảnh hưởng tới tính chất keo dán.

Keo dán hai thành phần thông thường chứa isoxyanat tiền polyme đóng rắn với một polyol trọng lượng thấp tương đương hay polyamin. Chúng có thể có 100% hàm lượng rắn hoặc trong dung môi. Vì hai thành phần sẽ đóng rắn nhanh khi trộn nên chúng cần được tách riêng cho tới khi sử dụng. Ứng dụng được thực hiện nhanh bằng cách hợp hai chất nền được dán này.

Trộn hiệu quả là rất cần thiết để phản ứng hoàn toàn và đạt được đầy đủ các thuộc tính keo dán. Ống trộn trực tiếp thích hợp cho các loại keo dán khối lượng thấp. Đối với khối lượng lớn hơn, máy trộn đo chính xác sẽ trộn cả hai thành phần ngay trước khi sử dụng. Keo dán hai thành phần trên thị trường được phân loại dựa trên giới hạn độ nhớt của các thành phần: độ nhớt thấp, trung bình và cao.

Trong các dây chuyền lắp ráp công nghệ cao hiện nay, keo dán được áp dụng bằng robot tự động. Keo dán được áp dụng nhanh và đều vào các bộ phận trên dây chuyền ngay trước khi lắp ghép. Các hoạt động này cần hệ thống đóng rắn nhanh và phải xử lý nền dán trước khi lắp đặt. Keo dán hai thành phần được dùng để gắn kim loại với nhựa trong ô tô, tấm panen trong xây dựng, các tấm màng nhựa với nhau và liên kết các màng polyvinyliden clorua với gỗ nội thất.

4.6.4. Ứng dụng

Dệt là thị trường tiêu thụ lớn nhất các loại keo dán polyurethan. Có rất nhiều ứng dụng khối lượng cao như tấm dệt, thảm. Tấm dệt liên kết bằng lửa được thực hiện bằng cách làm chảy bột polyurethan bằng ngọn lửa và sau đó cho chảy vào giữa hai cuộn sợi khi nó còn dính. Thảm được sản xuất bằng cách dán nylon, len hoặc các màng polypropylene được dệt qua vải thô bằng keo dán urethan với tấm bột polyurethan trong một quá trình liên tục.

Keo dán bao bì là các loại keo dán ghép màng với màng, màng với lớp mỏng và màng với giấy trong các ngành đóng gói khác nhau. Nhiều sản phẩm khác nhau được cung cấp cho thị trường này bao gồm keo dán trên cơ sở dung môi, hàm lượng rắn cao, 100% rắn và keo dán nước. Các loại keo dán polyme được xem là một trong các sản phẩm hiệu quả cao cung cấp cho ngành này vì khả năng tuyệt vời trong các thuộc tính dính, chịu nhiệt, chịu hóa chất và thuộc tính đóng rắn nhanh. Keo dán polyme cũng có thể đáp ứng yêu cầu cho các ứng dụng đóng gói thực phẩm.

Keo dán trên cơ sở dung môi được tiêu thụ khối lượng lớn trong thị trường đóng gói, với cả hai hệ: hai thành phần và một thành phần. Keo dán nước tăng trưởng chậm trong những năm gần đây vì hiệu quả kém so với keo dán cơ sở dung môi và đầu tư chủ yếu dành cho hệ thống thu hồi dung môi.

Isoxyanat được dùng trong ngành lâm sản để dán các mảnh gỗ, sau đó được ép để tạo ra các tấm gỗ ép. Urethan cũng được dùng để lấp các lỗ hờ và lỗ bề mặt cho tấm gỗ ép thành phẩm. Hệ thống làm đầy này phải đóng rắn nhanh và dễ dàng đánh bóng.

Thị trường vận tải cũng có nhiều ứng dụng keo dán polyme như gắn panel hợp chất đúc tấm trong xe tải và xe con, bộ đèn trước polycacbonat, panel cửa chính.

Thị trường xây dựng cũng bao gồm nhiều ứng dụng khác nhau cho keo dán polyme như các panel, liên kết tấm thạch cao với thanh dầm gỗ trên trần nhà, nhà di động, sàn nhà gỗ ép dán. Lực bền, ít co và độ bền liên kết cao là các thuộc tính quan trọng.

Keo dán PU ứng dụng trong đồ gỗ nội thất để dán lớp gỗ mặt với gỗ nguyên liệu hay nền kim loại. Cả keo dán trên cơ sở dung môi và nước đều được sử dụng.

Giấy dép là mảng thị trường mà keo dán PU chiếm ưu thế dùng để dán giày. Keo dán PU chủ yếu cạnh tranh với keo dán cơ sở neopren và đã thay thế khối lượng lớn neopren do hiệu quả được cải tiến.

4.7. Nhựa polyeste không no

Nhựa polyeste không no là một trong nhiều vật liệu nền cho sợi thủy tinh. Với hàm lượng thủy tinh 25-35%, các lớp mỏng nhựa polyeste gia cường sợi thủy tinh được chế tạo dưới dạng tấm, thuyền, thân xe tải, xe chở hàng. Để sử dụng, liên kết keo dán giữa thủy tinh và nhựa phải đủ để sợi thủy tinh làm cứng nhựa, khả năng truyền ứng suất tương đối thấp.

Khi nhựa polyeste được cán mỏng với sợi thủy tinh (60-65% hàm lượng thủy tinh) để làm các thành phần truyền tải cho máy bay, độ bền và giá trị môđun có thể cao hơn. Thủy tinh chịu tải cao như trong sợi liên tục, các loại động cơ tên lửa (78-83% hàm lượng thủy tinh), ống... thủy tinh mang trên 90% tải trọng và nhựa hoạt động như một keo dán.

4.7.1. Tính chất hóa học

Nhựa polyeste không no thường là sản phẩm phản ứng của một diaxit không no và một glycol. Hầu hết các polyeste đều có các nhóm vinyl ở vị trí α , β so với axit. Phản ứng của anhydrit maleic với 1,2- propylen glycol để chỉ một ankyl không no có độ hoạt động cao.

Trọng lượng phân tử của nhựa khoảng 4000. 10% propylen glycol được thêm vào để phản ứng xảy ra hoàn toàn. Nước được loại bỏ khi dung dịch được đun nóng khi sục CO_2 qua hỗn hợp phản ứng. CO_2 cũng gắn bề mặt từ không khí và bảo vệ hỗn hợp không bị mất màu. Mức độ hoàn toàn của phản ứng có thể xác định nhờ định lượng nước bị loại bỏ và số nhóm axit sẵn có cho phản ứng được xác định nhờ chuẩn độ với KOH.

Thay anhydrit maleic bằng anhydrit phtalic là phương pháp cổ điển để giảm tính không no và tăng tính thơm, thường là tương hợp với styren. Ví dụ 1 mol anhydrit maleic, 1 mol anhydrit phtalic và 2,2 mol propylen glycol cho một polyeste có hoạt tính trung bình, trong khi 1 mol anhydrit maleic, 2 mol anhydrit phtalic và 3,3 mol propylen glycol cho một polyeste có hoạt tính thấp. Thậm chí trong polyeste hoạt tính cao, tỷ lệ 2 maleic và 1 phtalat vẫn được sử dụng.

Styren, vinyl toluen hay α -metyl styren được sử dụng với các polyeste mục đích chung như một tác nhân tạo lưới. Cần ít nhất 16% styren để tạo lưới và thường được thêm vào nhựa 28% như một phần trong công thức này.

Chất ức chế: không được thêm vào trong quá trình sản xuất nhựa trước khi thêm monome không no, nhựa sẽ tạo lưới khi thêm monome, đông cứng thành khối không có ích. Chất ức chế thường được sử dụng là hydroquinon, được thêm khoảng 0,015% khối lượng. Chất ức chế làm

chậm sự tạo thành gốc tự do. Khi xúc tác được thêm, trước tiên nó sử dụng hết cho hydroquinon. Vì là một chất ức chế kiểu làm chậm tiêu thụ khi bảo quản nên nó cho sự bảo vệ giới hạn. Nó cũng bảo quản ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng. Do đó chất ức chế kiểu làm chậm cho thời gian đông rắn gel lâu ở nhiệt độ cao với thời hạn bảo quản dài ở nhiệt độ thấp hay thời gian tạo gel ngắn ở nhiệt độ cao với thời hạn bảo quản ngắn ở nhiệt độ thấp hơn.

Các chất ức chế khác được phân loại như các chất làm bền. Chúng ổn định nhựa trong thời gian bảo quản dài ở nhiệt độ phòng, chúng làm đông rắn hoàn toàn ở nhiệt độ đúc trong một chu kỳ ngắn. Chúng được sử dụng để làm nhựa trong sản xuất sợi thủy tinh tạo nếp. Muối hay các hydrazin thể muối amoni bậc 4, benzoquinon thể và triphenyl photphat là các chất ổn định khác.

4.7.2. Ứng dụng của polyeste không no

Kết hợp sợi thủy tinh và nhựa polyeste được sử dụng nhiều trong công nghiệp máy bay cho các cấu trúc không đỡ, như thiết bị radar để dự báo thời tiết và thấu kính cho thiết bị quét.

- *Đúc túi chân không*: Để gia công số lượng nhỏ các chi tiết, thường là 500 hay thấp hơn, kỹ thuật túi chân không của đúc áp suất thấp là phù hợp. Các lớp sợi được làm ẩm bằng nhựa được xếp lên một bề mặt đúc không xốp khác và được phủ một màng polyvinyl ancol (PVA). Các rãnh được tạo thành nhờ một lò xo xoắn và một trục đất sét ngay phía ngoài của diện tích sợi được ngâm nhựa. Một bơm chân không được nối với vùng rãnh này và áp suất bên trong vùng hàn gắn giảm xuống một vài centimet thủy ngân. Một trục lăn cao su cứng được áp dụng từ giữa tấm cán ra ngoài, loại bỏ lượng nhỏ nhựa và lượng lớn không khí. 30-50% nhựa được loại bỏ bằng trục này đến khi toàn bộ khoảng rỗng được loại bỏ khỏi vùng rãnh. Phương pháp này thu được các phần đồng nhất.
- *Xúc tác được hoạt hóa bởi ánh sáng UV*: Một tiến bộ khác là việc phát triển xúc tác nhạy ánh sáng UV- như benzoin và các đồng đẳng khác. Theo cách này, thời gian đông rắn gel giảm dần nhờ sử dụng kết hợp xúc tác ánh sáng UV cho gel và một gốc tự do kiểu hoạt hóa nhiệt độ (benzoyl peoxit) để đông rắn. Nói chung hệ xúc tác này cho phép sản xuất lượng lớn hơn các bộ phận chất lượng cao.
- *Nhựa allyl*: Tính đồng nhất lớn hơn thu được nhờ ngâm cơ học trục sợi với nhựa polyeste nóng sử dụng diallyl phtalat như tác nhân tạo lưới thay styren. Diallyl phtalat có độ hoạt động thấp hơn, và độ nhớt cao hơn do đó nó phải được gia nhiệt để chảy và đông rắn. Thời hạn bảo quản của các công thức biến tính diallyl phtalat cao hơn styren

và nhựa ít đông đặc hơn khi bảo quản. Xúc tác hoạt hóa nhiệt độ cao được sử dụng với các polyeste diallyl phtalat. Diallyl phtalat và diallyl isophtalat cũng được sử dụng riêng như nhựa phủ và được đồng trùng hợp với các monome khác như diallyl diglycol cacbonat cho potting electrical.

- *Các polyeste mềm dẻo:* Tính giòn là một đặc trưng khó khăn trong nhựa polyeste hoạt tính trung bình và cao. Tính đàn hồi có thể đạt được khi thêm 15- 30% nhựa polyeste mềm dẻo cho công thức 3,0 mol axit fumaric, 3,0 mol axit adipic, 3,3mol etylen glycol và 3,3mol dietylen glycol với 30% styren. Tuy nhiên, sự co tăng đáng kể, khoảng 7-14% và độ chịu nước giảm rõ rệt vì mạch béo no trong nhựa mềm dẻo.
- *Polyeste isophtalic axit:* Axit isophtalic đã được sử dụng trong sản xuất nhựa polyeste. Nó không giảm độ bền va chạm như khi thêm phtalic thom mà có xu hướng giảm lượng nước được hấp thụ. Lưu ý rằng trong cấu trúc lớp mỏng, khi tỷ lệ axit isophtalic trong nhựa tăng do tiêu hao maleic anhydrit sẽ làm tăng độ bám dính với sợi thủy tinh. Nhờ bám dính tốt hơn, axit isophtalic làm giảm độ tan của nước trong nhựa và do đó làm giảm tốc độ tấn công của nước lên liên kết nhựa - thủy tinh. Sử dụng axit isophtalic trong công thức polyeste đàn hồi sẽ cải thiện mô đun và điểm biến dạng nhiệt nếu thay cho diacid béo. Các thông tin về công thức của nhựa polyeste và isopolyeste về các tính chất vật lý của lớp phủ thường sẵn có.

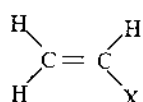
Mặc dù nhựa polyeste không liên kết tốt với sợi thủy tinh không phủ, chúng có độ co ngót tương đối cao, duy trì độ bền khô cao ở dạng lớp mỏng. Tuy nhiên, khi lớp mỏng này được để trong điều kiện ẩm, nước thấm qua nhựa tới bề mặt phân cách thủy tinh - nhựa. Sự hấp thụ của nước trong nhựa thay đổi sự phân bố ứng suất ở mối nối nhựa - thủy tinh. Với lớp mỏng sợi thủy tinh, giá trị ứng suất khác hoàn toàn giá trị thu được với sợi mat không được định hướng liên tục.

Chương V

KEO DÁN TRÊN CƠ SỞ VINYL POLYME

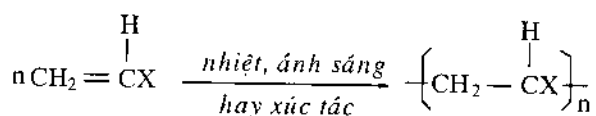
5.1. Giới thiệu vinyl polyme

Vinylpolyme là các đại phân tử được tạo thành nhờ trùng hợp các đơn phân tử hữu cơ có chứa liên kết đôi vinyl. Một vinyl monome là:



Trong đó X là H, halogen, ankyl, aryl, este hay nhóm khác. Nói chung khái niệm vinyl polyme thường được dùng để chỉ các loại nhựa, chất dẻo, olefin elastome và sợi thu được khi trùng hợp các monome có một olefin hay nhiều liên kết đôi hay ba gồm các diolefin như butadien, vinyliden như vinyl idenclorua hay metyl metacrylat và vinylen như anhydrit maleic.

Phương trình chung của quá trình trùng hợp vinyl là:

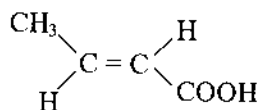


Bản chất hóa học của nhóm thế X, độ dài và cấu trúc mạch đại phân tử, sự có mặt của một (homopolyme) hay hơn một (copolyme) phân tử monome và trạng thái vật lý (bột, nhũ tương, dung dịch, hạt...) của vinyl polyme là các yếu tố quyết định ứng dụng của nó làm keo dán.

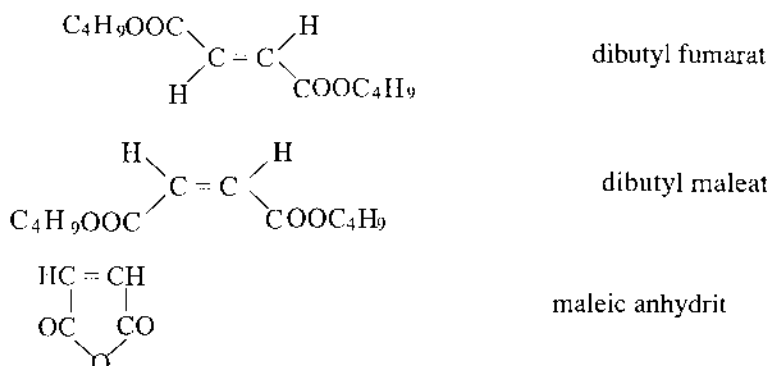
Các hợp chất không no khác như vinylen không tự trùng hợp được nhưng có thể tạo thành copolyme. Các monome đó là:

Công thức

Monome



crotonic axit



Việc kết hợp các copolyme sẵn có thành keo dán bao gồm PS/BD (styren/ butadien), PVAc/ DBM (vinyl axetat/ dibutyl malcat) và PVAc/ EHA (vinyl axetat/ etylhexyl acrylat).

- *Trùng hợp gốc tự do vinyl:* Các vinyl polyme được tổng hợp bằng phản ứng phát triển mạch trong đó một nhóm vinyl được hoạt hóa gắn vào vinyl không no hoặc liên kết đôi etylenic của một monome bằng liên kết hóa trị, sau đó liên kết đôi của monome được hoạt hóa và có thể gắn vào nhiều monome. Vì vậy có tới hàng trăm, hàng nghìn phân tử monome được liên kết với nhau để tạo thành mạch đại phân tử lớn hay polyme nhờ quá trình trùng hợp.

Liên kết vinyl trước tiên cũng được hoạt hóa bởi nhiệt, quang hóa hoặc bằng phản ứng với một chất khơi mào gốc tự do hay bằng phản ứng với một xúc tác ion. Trùng hợp trong công nghiệp làm keo dán thường được khơi mào bởi gốc tự do thu được từ quá trình phân hủy các tác nhân oxi hóa như benzoyl peoxit. Một gốc tự do là một phân tử được làm bền cộng hưởng có electron không cặp đôi và nó dễ tạo thành liên kết cộng hóa trị với một nguyên tử cacbon của liên kết vinyl nhờ ghép đôi electron độc thân của nó. Đồng thời liên kết vinyl được hoạt hóa do nó có một electron không cặp đôi ở nguyên tử cacbon khác, vì thế chắc chắn xảy ra phản ứng mạch gốc tự do.

Sự phát triển mạch polyme bị ngưng lại khi trung tâm hoạt động của nó bị khử hoạt hóa do va chạm với một trung tâm tương tự trên một chuỗi phát triển khác hay với một gốc tự do, một mảnh xúc tác hay thành phần khác của hệ trùng hợp có thể ngắt mạch phản ứng. Các tính chất cuối của polyme phụ thuộc nhiều yếu tố trong quá trình trùng hợp cũng như cấu trúc nhóm chức của monome ban đầu. Khả năng phản ứng của một gốc tự do monome đối với một monome khác của chính nó hay một phân tử khác, kiểu và lượng chất khơi mào, sự có mặt của tác nhân chuyển mạch, chất tạo lưới hay các tác nhân khác có thể ảnh hưởng

chiều dài và độ thẳng của mạch, các điều kiện môi trường như pH, nhiệt độ và sự có mặt các tạp chất có ảnh hưởng tới động học của quá trình trùng hợp và tính chất của polyme cuối cùng.

Do trùng hợp vinyl là phản ứng chuỗi, chúng có thể bị ức chế và làm chậm do có mặt tạp chất. Tác nhân chuyển mạch như cacbon tetraclorea có thể điều chỉnh mức độ trùng hợp, ví dụ, trọng lượng phân tử, do ngắt mạch phát triển khi va chạm đồng thời tạo thành một gốc tự do khơi mào và một gốc tự do monome khác để bắt đầu phát triển mạch khác. Các mạch polyme có thể liên kết với nhau thành mạng lưới hai hay ba chiều bởi tác nhân tạo lưới như divinyl benzen.

5.2. Keo dán trên cơ sở polyvinyl axetat và các polyme liên quan

5.2.1. Polyvinyl axetat và các copolyme

Homopolyme của polyvinyl axetat không kết tinh, do nhiệt độ hóa thủy tinh thấp nên nó không được dùng như một loại nhựa. Tuy nhiên nó được sử dụng rộng rãi làm nguyên liệu chính cho keo dán và sơn trong đó các polyme có cực phân tán rất tốt trong nhũ tương môi trường nước (latex) để dễ trải rộng nước sau đó bay hơi. Keo trắng và sơn latex là những ví dụ của các ứng dụng này.

Polyvinyl axetat được sử dụng rộng rãi trong keo dán, nó là nhựa tổng hợp thay thế cho keo xương. Các tính chất ưu việt của nhựa tổng hợp làm cho giá thành keo dán cao hơn. Các keo dán polyvinyl axetat thích hợp với các loại máy móc có tốc độ cao sử dụng trong phủ giấy, đóng gói hàng hóa. Polyvinyl axetat ngày nay được sử dụng trong các keo dán để dán sách, túi giấy, hộp sữa, đồ uống, phong bì, băng dính, hộp gấp, túi nhiều ngăn, nhãn mác và hàng loạt các sản phẩm thông thường khác - màng và bì giấy, decan, dầu thuốc lá, hợp chất cách nhiệt, kết cấu gỗ, đệm, bút chì và dán da,...

Chúng có giá thành tương đối thấp nên rất sẵn có, khả năng tương hợp lớn và đặc trưng keo dán tốt. Nhiều nhựa polyvinyl axetat, dung dịch và nhũ tương được xử lý như các loại hàng hóa nhờ công nghiệp keo dán.

- *Trùng hợp*: Vinyl axetat được trùng hợp bằng phản ứng gốc tự do. Gốc tự do sinh ra nhờ phân hủy các peoxit hữu cơ như benzoyl hay hydropeoxit hay các muối "per" vô cơ như kali amoni persulfat thường được sử dụng để khơi mào trùng hợp. Các phương pháp truyền thống như trùng hợp khối, dung dịch, huyền phù, nhũ tương được sử dụng. Phản ứng thường được tiến hành ở nhiệt độ cao hơn

nhệt độ phòng. Những nghiên cứu gần đây về quá trình trùng hợp ở nhiệt độ phòng hay thấp hơn nhờ kỹ thuật chiếu xạ và sử dụng xúc tác ion báo trước việc tổng hợp những sản phẩm mới hơn. Các phân tử dài hơn và thẳng hơn, kích thước hạt mịn hơn trong trường hợp nhũ tương và thậm chí quan sát được cấu trúc không gian đặc biệt. Vinyl axetat có thể đồng trùng hợp với các vinylmonome khác nhau. Vinylclorua, vinyliden clorua, dibutyl và các dialkyl maleat hay fumarat khác, crotonic, acrylic, metacrylic và axit itaconic với các este của chúng, vinyl pirrolidene và etylen là các comonome quan trọng trong thương mại.

- *Nhựa rắn*: PVA rắn được sản xuất theo ba cách: trùng hợp khối, dung dịch, huyền phù nước (hay trùng hợp "hạt"). Hai quá trình đầu thường được sử dụng, tuy nhiên chúng được thay thế bằng phương pháp huyền phù nước. Phương pháp này có thể kiểm soát nhiệt độ dễ hơn, không cần tới dung môi nguy hiểm và tránh được nguy cơ vốn có trong trùng hợp khối. Phương pháp trùng hợp khối và trùng hợp dung dịch vẫn được ưa dùng để tạo ra trọng lượng phân tử thấp và nhựa với các mục đích đặc biệt khác.

PVA là nhựa nhiệt dẻo, không mùi, không vị, không độc thường là nhựa trong và không màu. Nó có cấu trúc phi tinh thể và tương đối phân nhánh hơn là cấu trúc thẳng. Hầu hết các loại nhựa đều có một dải phân bố trọng lượng phân tử. Chúng thường không nóng chảy nhưng mềm trong một khoảng nhiệt độ. Nhựa không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng mặt trời, tia cực tím và không khí, hơn nữa nó sẽ hấp phụ một lượng nhỏ nước. PVA trung tính và không ăn mòn. Các loại khác nhau có độ bền nhiệt dưới 100°C , hơi mất màu ở khoảng 150°C và phân hủy ở $200-250^{\circ}\text{C}$. Chúng bị mềm ở 50°C nhưng giòn vỡ ở $10-15^{\circ}\text{C}$. PVA cháy chậm. Các tính chất hóa học và phản ứng của PVA là các tính chất đặc trưng của các este bền. Một số tính chất quan trọng của PVA cũng như các loại nhựa thương mại được cho trong bảng 6.1.

Bảng 5.1. Các tính chất vật lý của polyvinyl axetat

Tỷ trọng, 20°C	1,19 g/ml
Chỉ số khúc xạ, 20°C	1,466
Độ hấp thụ nước	2%
Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính	$8,6 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Độ dẫn nhiệt	$38 \cdot 10^{-5}$
Nhiệt riêng	$0,39 \text{ cal/g}/^{\circ}\text{C}$
Mômen lưỡng cực	1,85 đơn vị Debye
Độ bền điện môi ở 30°C	1000 v/ml

- *Dung dịch:* Nhựa PVA cũng được bán dưới dạng dung dịch với dung môi hữu cơ, thường là các dung môi trong đó chúng được trùng hợp. Có nhiều dung môi có thể hòa tan nhựa nhờ khuấy ở nhiệt độ phòng. Một số dung môi tốt là: axeton, etanol (95%), isopropanol (90%), cyclohexanone, diaxeton ancol, metyl etyl xeton, metanol, n-butanol (90%), butyl axetat, etyl axetat, metyl axetat, dioxan, cacbon tetracolorua, etylen diclorua, triclo etylen, axit axetic, anhydrit axetic, benzen và toluen. Thêm một lượng nhỏ nước cải thiện độ tan trong nhiều dung môi. Trong một số loại dung môi như ancol béo, độ tan của nhựa giảm khi trọng lượng phân tử của dung môi tăng.

PVA tương trong butanol khan, amylancol, xylen, etyl benzen, etylen glycol, và các dung môi kém khác. Nhựa sẽ hòa tan trong một số trường hợp như butanol khan hay xylen ở nhiệt độ cao hơn. Các dung môi kém có thể được sử dụng như tác nhân pha loãng để thay đổi độ nhớt, tốc độ bay hơi hay giá thành của hệ dung môi. Nhựa không tan nhiều trong các hydrocacbon béo, mỡ động vật, xăng, glyxerin, dietyl ete, hexanol, kerosen, dầu hạt lanh, naphta, dầu khoáng và dầu thực vật, nhựa thông, sáp và nước.

Khi dung dịch nhựa PVA được áp dụng cho keo dán hay lớp phủ, lượng dung môi sau cùng sẽ nhỏ chậm. Sự lưu giữ dung môi của nhựa PVA chủ yếu liên quan tới keo dán giữa hai bề mặt không xốp. Làm khô, sấy hay đưa các dung môi sôi cao để duy trì bề mặt ướt góp phần nhỏ dung môi. Thông thường, nhựa được áp dụng từ dung dịch làm khô khi tiếp xúc nhanh và các dung môi sôi thấp có thể được sử dụng mà không tạo màng mờ. Ưu điểm của các dung dịch này là thu được màng keo dán trong, bóng, khô nhanh và tương đối bền nước. Các tính chất keo dán phụ thuộc thời gian như dính ướt, chảy khi hình thành liên kết có thể được kiểm soát khi lập công thức với độ nhớt dung dịch riêng. Độ nhớt dung dịch phụ thuộc vào loại và nồng độ của nhựa, hệ dung môi và nhiệt độ.

- *Bột phân tán:* ưu điểm chính của các bột này là được sử dụng như một chất kết dính trong các công thức trộn khô với bột PVA bao gồm: PVA, dextrin, tinh bột, đất sét, protein đậu nành, keo động vật, casein, nhựa nhiệt rắn, ximăng Pooclang, vữa, bột talc, cát, silic, mica, chất màu, bột gỗ, sợi amiăng, keo tự nhiên, đá chân châu, khoáng sét vermiculit cũng như nhiều chất độn vô cơ và chất nền. Trong một số trường hợp, chất dẻo hóa dạng rắn và một lượng nhỏ chất dẻo hóa dạng lỏng có thể được bổ sung vào hỗn hợp khô.

Nhiều ứng dụng hấp dẫn của bột sấy phun như: chúng có thể thêm vào nhũ tương PVA hay các hệ nhũ tương khác để tạo chất rắn, tăng độ nhớt, cải thiện độ dính và giảm thời gian làm khô. Keo dán trộn khô chứa

tính bột, PVA, đất sét và nhựa sấy phun được nghiên cứu để cán mỏng giấy. Đa số các hỗn hợp đều có thể dễ dàng tổng hợp trong máy trộn.

Khả năng phân tán lại của các bột này thường đi kèm với độ bền nước thấp của màng, có thể được cải thiện trong nhiều trường hợp nhờ các thành phần khác khi trộn khô. Cần cẩn thận khi gia công và bảo quản các vật liệu này để tránh đông bánh.

- *Nhũ tương*: PVA được sử dụng rất nhiều ở dạng phân tán nhựa rắn trong nước. Các phân tán này được tạo ra nhờ quá trình trùng hợp nhũ tương và thường được gọi là “nhũ tương”. Các tính chất của nhũ tương bao gồm: % rắn, độ nhớt nhũ tương, pH, hàm lượng axit, % monome không phản ứng và tỷ trọng. Các tính chất khác thường được miêu tả là kích thước hạt (đôi khi là trung bình khối, thường là trung bình số), trọng lượng phân tử trung bình (cao, trung bình hay thấp), các tính chất màng như độ trong, độ bền nước và dầu mỡ, độ tan của nhũ tương với các hóa chất hữu cơ và vô cơ khác nhau.

Kiểu phân loại nhũ tương sau đây là khá rộng, gồm hầu hết các loại nhũ tương PVA thường thấy.

- *Loại 1: Nhũ tương homopolyme cho mục đích chung*. Đây là một quy ước cho các nhũ tương được sử dụng trong nhiều công thức keo dán. Các nhũ tương này thường được tổng hợp từ quá trình liên tục và bán liên tục. Chúng có kích thước hạt và khối lượng phân tử không đồng nhất. Vấn đề còn tồn tại là tính ổn định khi bảo quản, gia công và trộn hợp. Polyvinyl ancol thường là keo bảo vệ. Các màng khô từ nhũ tương không biến tính được phân tán lại trong nước, tuy nhiên các nhũ tương có thể biến tính hoặc xử lý trực tiếp các màng để thu được tính chịu nước.

Một số nhà sản xuất cung cấp keo dán sử dụng cho mục đích chung trên cơ sở nhũ tương có độ nhớt khoảng 500 - 4000cps, hàm lượng rắn khoảng 55% và pH = 4 - 5. Các đặc trưng quan trọng nhất của nhũ tương loại này là tính tương hợp tốt với các chất dẻo hóa, tác nhân làm ẩm, dung môi, chất làm đặc và các tác nhân biến tính khác, hơn nữa chúng có thể thay đổi dễ dàng trong các keo dán khác nhau.

- *Loại 2: Nhũ tương homopolyme cho mục đích đặc biệt*: Các nhũ tương loại này tương tự loại một nhưng thiếu khoảng tương hợp rộng với các tác nhân biến tính. Điều này đôi khi phải hy sinh để thu được các tính chất đặc biệt. Ví dụ, khối lượng phân tử cao ở nhiệt độ hàn gắn nhiệt cao hơn, kích thước hạt thô để giữ tốt hơn trên các bề mặt xốp hay khối lượng phân tử thấp để độ bám dính nhanh có thể là ưu điểm chính của nhũ tương. Các nhũ tương này được tổng hợp từ quá trình gián đoạn hay bán liên tục. Polyvinyl ancol thường là keo bảo

vệ và được kết hợp với các keo tự nhiên hay tổng hợp. Các keo khác ngoài polyvinyl ancol dĩ nhiên thường là nhũ tương loại một và hai. Nhiều nhũ tương loại hai để sản xuất keo dán được biến tính với chất dẻo hóa nhựa, dung môi, chất hoạt động bề mặt, chất làm đặc hay các tác nhân khác để đạt được màng tốt hơn, độ dính, độ bền đông đặc, độ nhớt đặc biệt hay các ảnh hưởng khác. Đặc trưng chủ yếu của nhũ tương loại 2 là tính chất đặc biệt được tạo ra bởi nhà sản xuất, kết hợp với độ bám dính tốt của hệ polyvinyl axetat/ polyvinyl ancol hay nhựa khác/ keo.

- *Loại 3: Nhũ tương homopolyme tạo màng tự do:* Các nhũ tương loại 3 tạo màng tự do ở nhiệt độ phòng, duy trì liên tục khi có mặt nước mà không phải nung màng hay thêm các tác nhân kết tụ vào nhũ tương. Các nhũ tương này có kích thước hạt mịn hơn và đồng nhất hơn loại 1 và 2, hầu hết có kích thước từ 0,5- 1 hay 2 μ m, trong khi đó nhũ tương loại 1 và 2 từ 0,5 - 10 μ m. Trong loại 1, chủ yếu có sự phân bố kép với trung bình số dưới 1 μ m và trung bình khối 1 - 3 μ m.

Hầu hết các nhũ tương loại 3 được tổng hợp nhờ quá trình thêm các monome thông thường để điều chỉnh cỡ hạt và khối lượng phân tử. Chất hoạt động bề mặt được sử dụng để tạo thành hạt nhỏ hơn và đồng đều hơn. Lượng keo bảo vệ giảm hơn một nửa so với lượng sử dụng cho sản phẩm loại một và hai để cải thiện tính chất màng tự do.

Phân chia tiếp theo kiểu keo bảo vệ là có ích đối với các nhũ tương trong loại này. Nhũ tương loại 3A chứa polyvinyl ancol và có ưu điểm là kết hợp được độ bám dính của loại 1 và 2 với các tính chất tạo màng tự do chịu nước tốt hơn. Các nhũ tương loại 3B chứa keo tổng hợp khác ngoài polyvinyl ancol. Các vật liệu như metyl xenlulo, natri cacboxy metyl xenlulo và hydroxy etyl xenlulo là các ví dụ. Thay đổi keo bảo vệ ảnh hưởng đến đặc trưng trộn hợp của các nhũ tương. Ví dụ các sản phẩm này bền nhưng khi thêm lượng lớn borat hay các muối đa hóa trị khác sẽ làm đông tụ phân tán polyvinyl ancol/ axetat dưới các điều kiện bình thường. Nhũ tương loại 3C có chứa các sản phẩm tự nhiên như các keo bảo vệ, ví dụ keo tự nhiên, tinh bột và dextrin. Các nhũ tương này có độ bền tốt khi thêm tiếp các sản phẩm tự nhiên và được chú ý bởi phân tán tốt các chất màu vô cơ, chất độn và chất nền.

Nhũ tương loại 3 do có kích thước hạt mịn hơn, khối lượng phân tử và hàm lượng keo bảo vệ thấp hơn thường ít hòa tan hơn đối với các dung môi hữu cơ phân cực so với nhũ tương loại 1. Ngoài ra, độ bền trộn hợp của chúng cũng tốt. Chúng được sử dụng chủ yếu khi cần cải thiện tính chất tạo màng. Kết hợp nhũ tương loại 3 với loại 1 thường được sử dụng với kết quả đặc đáo.

- *Loại 4: Latex homopolyme:* Các sản phẩm này được đặc trưng bởi kích thước hạt trong khoảng từ 0,1-0,4 μ m hay thấp hơn. Chúng trong, bóng và các màng chịu nước làm cho chúng đặc biệt có ích làm lớp phủ keo dán. Các nhũ tương loại 4 chủ yếu được làm bền bởi chất hoạt động bề mặt. Các phương pháp gián đoạn hay thêm monome thông thường được sử dụng.
- *Loại 5: Nhũ tương copolyme vinyl axetat - axit:* các màng nhũ tương polyvinyl axetat hay keo dán có thể được phân tán lại trong môi trường kiềm khi nhựa là copolyme có chứa nhóm axit. Sự có mặt các nhóm axit cũng cho độ bám dính tốt hơn trên nhiều bề mặt. Mức độ bám dính và khả năng phân tán lại trong kiềm có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi số nhóm axit trong mạch polyme. Độ nhớt của nhũ tương hoặc keo dán cũng được điều chỉnh bằng cách thay đổi pH của nhũ tương. Dung dịch nước của nhựa PVA tan trong kiềm có thể được tổng hợp từ các nhũ tương này. Nói cách khác, các tính chất và việc áp dụng nhũ tương loại này phụ thuộc tính tương đồng của hệ nhũ tương với các loại khác được kể ra ở đây.
- *Loại 6: Nhũ tương thành phần keo cao.* Dưới các điều kiện riêng, vinyl axetat có thể được trùng hợp khi có mặt 2-5 lần lượng keo bảo vệ được sử dụng làm keo dán nhũ tương cho mục đích chung. Trong trường hợp này, keo có chức năng tạo ra các tính chất đặc biệt cho nhũ tương. Các ví dụ quan trọng là nhũ tương cho keo dán hoạt hóa ẩm ứng dụng cho máy móc tốc độ cao. Các nhũ tương loại 6 có độ bền tuyệt vời để trộn hợp với tác nhân làm đặc và với các nhựa tan trong nước, keo, tinh bột và các dextrin nói chung. Loại này gồm các nhũ tương được trùng hợp trong sự có mặt của chất màu, chất nền, chất ức chế và các tác nhân biến tính khác nhưng không làm biến đổi nhũ tương sau khi trùng hợp.
- *Loại 7: Nhũ tương copolyme vinyl axetat - ankyl maleat:* Các copolyme của vinyl axetat và este maleat hay fumarat sẵn có trong các hệ nhũ tương đều thích hợp với cách phân loại ở trên. Mặc dù đầu tiên được sử dụng cho sơn nhũ tương và các lớp phủ bề mặt, song các copolyme nhũ tương này vẫn trở nên quan trọng như keo dán. Các tính chất dính, tính tương hợp với dung môi và chất dẻo hóa và các tính chất của màng và nhựa thường khác các tính chất của nhũ tương homopolyme vinyl axetat. Do đó, độ bám dính tốt hơn với một số bề mặt đạt được với các keo dán trên cơ sở nhũ tương loại 7, ngoài ra nó thường không cần phải thêm lượng lớn chất dẻo hóa hay tác nhân đông tụ.
- *Loại 8: Nhũ tương copolyme vinyl axetat - ankyl acrylat:* Các giải thích cho loại 8 giống như loại 7. 2 - etyl hexyl, etyl và các butyl

acrylat thường được đồng trùng hợp với vinyl axetat. Nhũ tương loại 7 và loại 8 phát triển nhanh bởi độ bám dính đặc biệt của nó với các bề mặt khó dán.

- *Loại 9: Các nhũ tương polyvinyl este khác:* Các nhũ tương polyme của vinyl propionat, vinyl butyrat, vinyl stearat và các vinyl este khác được coi là cơ sở của keo dán hay homopolyme, copolyme với vinyl axetat. Các este như vinyl propionat hay vinyl butylrat cho màng mềm, dính, trong một số trường hợp màng dính vĩnh cửu. Lượng nhỏ vinyl stearat đồng trùng hợp với vinyl axetat cho màng không tạo khối bền nước. Nhũ tương loại 9 hiện nay bị giới hạn sử dụng.
- *Loại 10: Các loại khác:* Một số ví dụ về các nhũ tương không thuộc loại từ 1-9 cũng được liệt kê ở đây. Các sản phẩm này có thể được phân loại riêng bằng sơ đồ chi tiết hơn.

5.2.2. Polyvinyl ancol

Polyvinylancol polyme (PVAL hay PVOH), phân cực cao do có các nhóm hydroxyl (OH), tinh thể tan trong nước. Trên thực tế, nó là dẫn xuất của polyvinylaxetat nhờ thay thế các nhóm hydroxyl (OH) cho các nhóm axetyl (COOCH_3) (thủy phân), ở dạng thủy phân một phần (70-100%) nó có thể được coi là một copolyme ngẫu nhiên P(VAc-VAl) với các thuộc tính rất khác biệt với homopolyme polyvinylancol. Ví dụ khả năng kết nối và tính tan có thể bị giảm hoặc bị ngăn cản.

Ví dụ, ở dạng tan, polyvinylancol được sử dụng như là lớp phủ có thể bóc ra hoặc rửa sạch. Một số biến tính được thực hiện trên sợi và màng tan trong nước. Các copolyme với etylen (EVAc) được sử dụng trong đóng gói.

5.2.2.1. Tổng hợp và tính chất

Polyvinyl ancol được tổng hợp nhờ thế nhóm este của polyvinyl axetat hay các polyvinyl este khác bằng nhóm hydroxyl. Các quá trình liên quan đến ancol phân trong metanol hoặc etanol sử dụng axit (ví dụ sunfuric) hoặc kiềm (natri methoxit) làm xúc tác. Mức độ thay thế nhóm axetat có thể được điều chỉnh trong cả hai quá trình. Mức độ thế được miêu tả theo các cách khác nhau như mức xà phòng hóa, % thủy phân và % nhóm axetat còn lại. Hầu hết các polyvinyl ancol có 60-100% nhóm axetat được thế bằng nhóm hydroxyl.

Các tính chất vật lý chung của hầu hết các loại polyvinyl ancol được cho trong bảng 5.2. Kích thước hạt, tỷ trọng khối, màu, xu hướng tạo bọt, độ bền và các đặc trưng tương tự thay đổi theo “đương lượng” được cung cấp bởi các nhà sản xuất khác nhau.

Các đặc trưng của dung dịch nước polyvinyl ancol thay đổi theo % thủy phân và khối lượng phân tử của nhựa polyvinyl axetat trung gian. Trọng lượng phân tử thấp, loại có % thủy phân thấp (70-80) tan nhanh trong nước ở nhiệt độ phòng. Trọng lượng phân tử cao, phần trăm thủy phân cao (95-100) tan tốt nhất nhờ phân tán trong nước lạnh, khuấy và gia nhiệt 85-95°C. Gia nhiệt có thể được thực hiện bằng dây nước nóng, các lớp bọc hay bơm hơi. Khối lượng phân tử trung bình, loại có % thủy phân trung bình (80-95) được hòa tan hay phân tán bằng cách thêm chậm vào nước lạnh và khuấy. Nhiệt độ có thể tăng tới 60-80°C làm tăng quá trình hòa tan. Mạng của các loại nhựa khác nhau cũng khác nhau về khả năng chịu nước, dầu mỡ và dung môi, độ bám dính, độ mềm dẻo, độ dẫn dài và tính tương hợp với chất dẻo hóa.

Bảng 5.2. Tính chất vật lý của polyvinyl ancol

Trạng thái vật lý	Dạng hạt màu trắng tới vàng nhạt
Tỷ trọng riêng	1,19-1,27
Khối lượng riêng (g/cm ³)	0,48-0,64
Chỉ số khúc xạ, n_D 25°C	1.51
Độ bền kéo căng, độ ẩm tương đối 50% (psi)	tới 22000
Độ dẫn dài	tới 300% không dẻo hóa; 600% dẻo hóa
Hệ số dẫn nở nhiệt tuyến tính	$1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ở 0-50°C được dẻo hóa
I.C.I. độ cứng Sward	27-57% so với thủy tinh ở độ ẩm tương đối 50%
Nhiệt độ hàn gắn nhiệt (°C)	110-150
Độ bền nhiệt	Đề trong tối, phân hủy chậm > 100°C phân hủy nhanh > 200°C
Ảnh hưởng của ánh sáng	Có thể bỏ qua
Tốc độ chảy	Chậm
Khả năng chống thấm khí	Nhanh
Bền nấm mốc	Tốt
Dung môi hữu cơ	Thường không tan

5.2.3. Các công thức keo dán

Một cách phân loại keo dán polyvinyl ancol là theo loại công thức: nhũ tương, dung dịch nước, hỗn hợp khô, nóng chảy và dung dịch trong dung môi hữu cơ. Có hàng nghìn công thức được thực hiện trong phòng thí nghiệm của các nhà sản xuất keo dán.

Keo dán giấy là một trong những ứng dụng lớn nhất của nhũ tương polyvinyl ancol. Thường thì phải thay đổi các tính chất vật lý như độ nhớt, hàm lượng rắn và độ chịu nước để thay đổi các đặc tính áp dụng như độ dính và khả năng gia công trên máy và để giảm giá thành.

Tinh bột, dung dịch polyvinyl ancol và đất sét là các tác nhân giảm giá thành. Tinh bột cung cấp độ nhớt cao, polyvinyl ancol tạo độ nhớt, cải thiện khả năng gia công trên máy và khả năng chịu nước. Sét cải thiện các tính chất đóng rắn nhờ điều chỉnh quá trình thẩm vào các chất nền xốp.

Các đặc tính đông cứng nhanh và đặc trưng dính được cải thiện nhờ thêm chất dẻo hóa, dung môi và tác nhân kết tụ màng. Tinh bột xử lý axit và đất sét cũng làm tăng tốc độ đóng rắn do tăng hàm lượng rắn.

Các nhũ tương polyvinyl axetat, polyvinyl ancol và hỗn hợp hai loại là phù hợp cho các keo dán hoạt hóa ẩm để làm phong bì, tem thư, băng dính. Yêu cầu chủ yếu của keo dán hoạt hóa ẩm trên giấy là phản ứng nhanh với nước (sau khi lão hóa), màng bóng với hệ số ma sát thấp (cọ sát) và bền khối (nhiệt độ và độ ẩm) và uốn quăn. Tất cả các keo dán hoạt hóa ẩm thu được nhờ thêm polyvinyl ancol (20-40% hàm lượng axetat) vào nhũ tương loại 1, 3A và một số nhũ tương loại 6. Polyvinyl ancol cải thiện khả năng hoạt hóa ẩm, độ bóng và độ bền khối. Thêm chất dẻo hóa kiểu làm ẩm điều chỉnh sự uốn quăn không mong muốn và cải thiện khả năng hoạt hóa ẩm. Nhũ tương loại 3A và 6 cung cấp độ bóng. Việc thêm chất dẻo hóa đặc biệt như butyl ricinoleat cải thiện độ bền khối. Keo dán hoạt hóa ẩm "nhựa - dextrin" có ưu điểm là giá thành thấp và bóng khi mà một tỷ lệ lớn dextrin được sử dụng với nhũ tương. Tuy nhiên, chúng có những vấn đề như sự uốn quăn và có thể mất khả năng hoạt hóa ẩm khi lão hóa. Hầu hết các nhũ tương loại 6 tương hợp với lượng lớn dextrin. Thậm chí tất cả các hệ "dextrin" được cải thiện bằng cách thêm nhũ tương polyvinyl axetat.

Polyvinyl axetat và polyvinyl ancol là các vật liệu thô quan trọng cho keo dán gỗ. Độ bền liên kết cao, đóng rắn nhanh, đường keo không màu và dễ dàng áp dụng ở nhiệt độ phòng là những ưu điểm của các keo dán nhũ tương polyvinyl axetat trong số các keo dán nhựa tự nhiên và nhiệt rắn. Các nhũ tương loại 1, 2 và 5 chỉ cần trộn hợp với lượng nhỏ chất dẻo hóa, dung môi và chất độn để cho hiệu quả tốt như các keo dán gỗ và đồ gia dụng nói chung.

Các nhũ tương polyvinyl axetat, đặc biệt là nhũ tương được dẻo hóa hay nhũ tương copolyme là cơ sở cho các keo dán để dán các bề mặt khó dán với nhiều chất nền xốp. Các phương pháp hàn gắn nhiệt hay dán ướt có thể áp dụng. Nhũ tương homopolyme loại 1 - 5 là phù hợp với chất dẻo hóa và dung môi tùy thuộc vào bề mặt được dán. Các nhũ tương copolyme loại 7 và 8 và một số nhũ tương vinyl este loại 8 cao hơn thường có độ bám dính đặc biệt

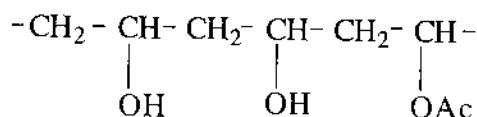
không thu được ở các loại khác. Một số công thức có thể dán các bề mặt khó dính như polyvinyl clorua, pyroxylin, lá nhôm, màng polystyren và xenlulo axetat với giấy, bìa, gỗ và vải.

Khi cần khả năng chịu nước, nhiệt và mài mòn lớn thì các nhũ tương polyvinyl axetat có thể trộn với các nhựa nhiệt rắn tan trong nước. Lớp mỏng gỗ dán, kim loại - gỗ, kim loại - kim loại, nhựa - kim loại và bìa hạt có thể ứng dụng. Các giới hạn thường gặp ở các hệ nhiệt rắn là: giảm độ bền bảo quản, thời hạn bảo quản ngắn, đường keo có màu và sử dụng nhiệt hay xúc tác để đóng rắn.

5.3. Các keo dán polyvinyl axetal

5.3.1. Hóa học

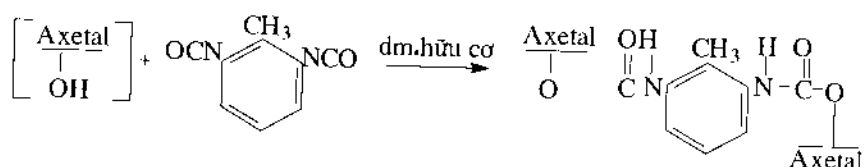
Polyvinyl axetal được điều chế từ andehyt và polyvinyl ancol. Polyvinyl ancol lại được tổng hợp từ polyvinyl axetat, nhờ thủy phân. Do polyvinyl axetat được tổng hợp nhờ trùng hợp monome vinylaxetat, tiền chất của polyvinyl axetal là monome vinylaxetat. Phản ứng có thể bắt đầu dễ dàng với monome vinylancol và trùng hợp thành polyvinylancol để tránh giai đoạn thủy phân. Các polyvinyl ancol được tổng hợp từ nhựa polyvinyl axetat có khối lượng phân tử cao, chứa % các nhóm hydroxyl và axetat khác nhau.



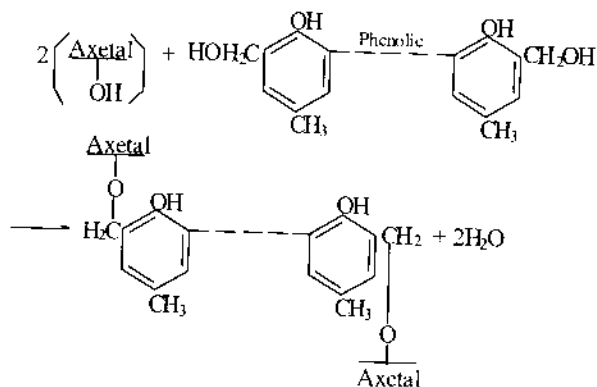
Các màng polyvinyl axetal đặc trưng bởi độ bền cao với hydrocacbon béo, dầu khoáng, dầu động vật và thực vật. Chúng chịu được kiềm mạnh nhưng lại chịu sự tấn công của axit, tuy nhiên khi được sử dụng như là thành phần của keo dán hay lớp phủ đóng rắn, chúng có độ bền axit tốt cũng như độ bền dung môi và các hóa chất khác được cải thiện. Các polyvinyl axetal sẽ chịu được nhiệt độ tới 100°C trong các chu kỳ dài mà không mất màu.

Nhiều ứng dụng nhựa polyvinyl axetal liên quan đến việc đóng rắn với một nhựa nhiệt rắn để thu được cân bằng các tính chất mong muốn. Nói chung, bất kỳ tác nhân hóa học hay các vật liệu nhựa nào phản ứng với nhóm hydroxyl bậc 2 thì sẽ phản ứng với các axetal. Các phản ứng sau đây minh họa cơ chế có thể của liên kết ngang polyvinyl axetal với các vật liệu khác nhau. Dĩ nhiên các tính chất thay đổi nhiều tùy theo kiểu và lượng chất tạo lưới được sử dụng.

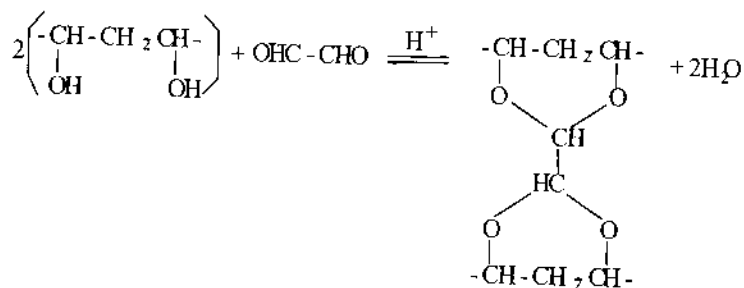
(1) Phản ứng với isoxyanat



(2) Phản ứng với phenolic



(3) Phản ứng với diandehyt



5.3.2.1. Độ tan

Nói chung, polyvinyl butyral tan trong các ancol, glycol ete và một số hỗn hợp dung môi phân cực và không phân cực. Polyvinyl focmal tan trong các hydrocacbon clo hóa, đioxan và hỗn hợp các dung môi phân cực hơn nữa các loại có hàm lượng axetat cao hơn tan trong các glycol ete, este và xeton. Polyvinyl axetal có khoảng độ tan rộng hơn polyvinyl focmal hay butyral.

5.3.2.2. Độ nhớt

Với một loại polyvinyl axetal cho sẵn, độ nhớt dung dịch tăng theo trọng lượng phân tử. Với trọng lượng phân tử cho trước, độ nhớt của polyvinyl focmal lớn hơn polyvinyl butyral trong hỗn hợp dung môi thơm ancol thông thường.

Đối với các công thức polyvinyl butyral, metyl ancol có xu hướng cho độ nhớt thấp hơn etyl ancol và do đó sẽ cho hàm lượng rắn cao hơn khi được sử dụng như một thành phần của hỗn hợp dung môi. Tuy nhiên, khi nhiều hơn 10-15% metyl ancol được sử dụng trong các ứng dụng phun thì có thể thu được màng mờ.

Hỗn hợp dung môi trong bảng 5.3 được đề nghị sử dụng cho tất cả các loại polyvinyl butyral và polyvinyl focmal hàm lượng axetat cao. Chúng có ích và là điểm khởi đầu để phát triển hỗn hợp dung môi cho các loại khác.

Bảng 5.3. Hỗn hợp dung môi được đề nghị

	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)
Diaketon ancol	22.5	20.0	15.0	-
n-Butanol	22.5	20.0	15.0	-
Etanol, 95%	10.0	20.0	20.0	55.0
Xylen	45.0	40.0	30.0	-
Toluen	-	-	20.0	45.0
Tổng số	100.0	100.0	100.0	100.0
Độ nhớt tương đối	cao	trung bình	thấp	chậm
Tốc độ bay hơi tương đối	chậm	trung bình	trung bình	rất nhanh
Kỹ thuật áp dụng	phun	nhúng	nhúng, trực	quét
Kỹ thuật làm khô	sấy	sấy	sấy	khô nhờ không khí

5.3.3. Phân tán nước của polyvinyl butyral

Các phân tán này thường được tạo ra bằng quá trình trộn tương tự như được sử dụng để chế tạo latex cao su từ vật liệu tái sinh. Chúng thường chứa 50% rắn và có kích thước hạt dưới 1µm. Hàm lượng chất dẻo hóa thay đổi từ 0 tới tối đa khoảng 40 - 50 phần trên 100 phần nhựa. Các sản phẩm thương mại ở dạng anionic và có pH trong khoảng 8,5 - 10,5.

Màng phân tán polyvinyl butyral cho độ cứng và trong suốt, nhờ đó nhựa được chú ý. Các tính chất vật lý thay đổi theo hàm lượng chất dẻo hóa. Phân tán không dẻo hóa cho độ bền kéo căng khoảng 6000 - 7000psi trong khi phân tán chứa 40 - 45 phần chất dẻo hóa bị đứt ở khoảng 2000 psi. Độ dẫn dài khi đứt cũng cho những thay đổi tương tự. Nếu hàm lượng chất dẻo hóa khoảng 20 phần/ 100 phần nhựa hay nhiều hơn, các màng phát triển toàn bộ tính chất độ bền khi đúc và làm khô ở nhiệt độ phòng. Nếu hàm lượng chất dẻo hóa thấp hơn thì cần làm khô màng ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ phòng (thường là 40 - 50°C) để đạt được tính liên tục và không phân tán lại.

Hàm lượng chất dẻo hóa của phân tán polyvinyl butyral có thể tăng nhờ tạo nhũ một lượng cần thiết chất dẻo hóa trong nước và thêm nó vào phân tán rồi khuấy nhẹ. Tác nhân nhũ hóa là anionic hay không ion phải được sử dụng với các phân tán thương mại sẵn có để tránh đông tụ phân tán. Hỗn hợp nhũ tương được để qua đêm để thu được sự dẻo hóa hoàn toàn.

Độ bám dính thấp của màng đúc từ hầu hết các phân tán polyvinyl butyral trên bề mặt không thấm như thủy tinh, kim loại... cùng với độ cứng và độ bền mài mòn nên nó được sử dụng làm các lớp phủ bảo vệ tạm thời, dễ bóc.

Phân tán polyvinyl butyral cũng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp dệt để tạo ra độ bền mài mòn cao, tuổi thọ, giảm màu.

5.3.4. Keo dán cấu trúc

Các keo dán cấu trúc trên cơ sở nhựa polyvinyl axetal có thể được áp dụng dưới dạng dung dịch, màng trên nền giấy hay vải hoặc hỗn hợp chất lỏng với chất rắn.

Có nhiều keo dán cấu trúc thương mại dựa trên sự kết hợp polyvinyl axetal và nhựa nhiệt rắn thường là phenolic. Những thay đổi lớn trong hiệu quả có thể là do thay đổi công thức keo dán polyvinyl axetal - phenolic. Tỷ lệ axetal - phenolic từ 10:1 tới 10:20 được sử dụng. Ở nhiệt độ phòng, độ bền kéo căng của keo dán được đóng rắn lớn nhất với tỷ lệ

10 polyvinyl axetal với 4 phenolic. Nếu hàm lượng phenolic cao hơn thì keo dán tạo lưới hoàn toàn hơn và sự co ngót thu được trong quá trình đông rắn tạo ra ứng suất với độ bền kéo căng thấp hơn. Tuy nhiên tăng chất tạo lưới sẽ làm tăng độ bền trượt ở nhiệt độ cao. Tính mềm dẻo tăng do polyvinyl axetal có xu hướng làm tăng độ bền bóc của liên kết ở tỷ lệ nhựa polyvinyl axetal - phenolic cao.

Một yếu tố khác ảnh hưởng tới hiệu quả của keo dán polyvinyl axetal- phenolic là kiểu nhựa axetal. Nói chung, các keo dán polyvinylfocmal - phenolic có tính chất trượt ở nhiệt độ cao tốt hơn nhưng độ bền bóc thấp hơn các loại polyvinyl butyral - phenolic. Tuy nhiên, sử dụng polyvinyl focmal với khoảng 25% khối lượng các nhóm polyvinyl axetat còn lại sẽ cho phép duy trì hầu hết các tính chất ở nhiệt độ cao của keo dán trên cơ sở polyvinyl focmal với khoảng 10% khối lượng nhóm polyvinyl axetat còn lại, trong khi cho độ bền bóc xấp xỉ của keo dán polyvinyl butyral phenolic. Trọng lượng phân tử cao hơn của nhựa polyvinyl axetal thường tạo ra các keo dán với độ bền trượt cao hơn nhưng độ bền bóc thấp hơn.

Nhựa polyvinyl butyral và polyvinyl focmal có độ tương hợp với nhiều nhựa epoxy và có thể cải thiện các hệ trên cơ sở epoxy như tăng khả năng chịu va chạm, độ bền bóc và độ bền trượt ở nhiệt độ phòng. Trong các hệ epoxy, như trong hệ phenolic, nhựa polyvinyl axetal có thể dùng như chất đồng phản ứng, chất làm mềm dẻo và tác nhân kiểm soát độ chảy.

Ví dụ công thức keo dán sau đây kết hợp nhựa polyvinyl axetal với hỗn hợp epoxy - phenolic. Hệ dung dịch dùng đóng gói đơn là:

Polyvinyl butyral	100 (PKL)
Nhựa phenolic	150
Nhựa epoxy	100
Bột nhôm	200
Isopropyl axetat	200
Isopropyl ancol 95%	100

Loại polyvinyl butyral được sử dụng trong công thức này chứa từ 18 - 20% nhóm vinyl ancol.

Hệ đóng gói đôi polyvinyl axetal - epoxy - phenolic liên quan đến việc phủ các chất nền bằng dung dịch epoxy - phenolic, phun bột polyvinyl focmal lên bề mặt ẩm và lắc để loại bột dư. Dung dịch được sử dụng là:

Nhựa epoxy	100 (PKL)
Nhựa phenolic	100
Metyl etylxeton	200

Thêm một lượng nhỏ chất dẻo hóa tương hợp vào hệ keo dán kết hợp nhựa polyvinyl axetal với nhựa nhiệt rắn làm tăng tính đàn hồi và tạo độ bền va chạm của liên kết. Sự tăng tính mềm dẻo này rõ nhất khi bóc các bề mặt dán dày với tốc độ bóc cao. Độ dính hay nhiệt độ hàn gắn nhiệt của keo dán không đóng rắn cũng thấp nhờ thêm chất dẻo hóa. Khi cần nhiệt độ hàn gắn nhiệt của công thức không đóng rắn có thể giảm xuống nhiệt độ phòng trong khi vẫn duy trì độ bền liên kết keo trượt được đóng rắn ở nhiệt độ phòng lớn hơn 1000 psi. Chất độn và chất nền tất nhiên cũng có thể được sử dụng.

Các hệ dung môi đặc trưng cho keo dán cấu trúc polyvinyl axetal phenolic được chỉ ra dưới đây. Nói chung, để quét thì hàm lượng rắn polyvinyl axetal từ 10 - 15% được sử dụng trong khi công thức phun là 5 - 10% polyvinyl axetal rắn. Hầu hết các ứng dụng đều đòi hỏi màng keo dán khô dày 3 - 10mm.

Các dung môi cho keo dán polyvinyl axetal - phenolic

(1) Polyvinyl butyral (để quét) % khối lượng

Etyl ancol 95%	60
Toluen	40

(2) Polyvinyl focmal (để quét) % khối lượng

Etylen clorua	50
Metyl etylxeton	25
Etyl ancol 95%	25

(3) Polyvinyl focmal (để phun) % khối lượng

Điaxeton ancol	40
Etylen clorua	35
Xenlosolve axetat	25

Việc lựa chọn dung môi cũng là vấn đề quan trọng đối với các đặc trưng làm khô và tạo màng trong keo dán dung dịch. Một lượng nhỏ dung môi còn lại có thể ảnh hưởng lớn đến độ bền liên kết cuối cùng, tuy nhiên dung môi sẽ không bị bay hơi khi quét.

5.3.5. Keo dán không dung môi

Công thức này được đặc trưng bởi dạng rắn ở nhiệt độ phòng và khả năng chảy lỏng và dính khi gia nhiệt. Các nhựa polyvinyl butyral khi trộn riêng tạo thành keo dán nóng chảy tốt cung cấp màng dính, trong với độ bền keo dán tốt.

Những lĩnh vực sử dụng là lớp phủ giấy, lá kim loại, màng nhựa và keo dán cho nhãn mác, đóng sách, túi giấy,...

Hầu hết các công thức nóng chảy sử dụng polyvinyl butyral có khoảng làm việc từ 125 - 150°C. Các phụ gia cần thiết cho nhựa là chất dẻo hóa, sáp, nhựa hạ điểm chảy và chất ổn định. Chất màu, phẩm nhuộm và chất độn cũng có thể được thêm vào. Nhựa hạ điểm chảy có nhiệt độ chảy thấp hơn và thường giảm giá thành vật liệu thô. Nếu các thành phần không hoàn toàn tương hợp thì tác nhân trộn hợp có thể được sử dụng. Để cải thiện độ bền nhiệt của hỗn hợp nóng chảy và loại trừ sự phân hủy oxy hóa, chất chống lão hóa có thể thêm vào một lượng nhỏ như phenol thế para, phenothiazin, thioure thế.

Tổng hợp các hỗn hợp nóng chảy rất đơn giản. Các thành phần khác ngoài polyvinyl butyral được thêm vào và đun chảy tới trạng thái đồng thể. Nhựa được thêm dần và tăng nhiệt độ đến khi đun chảy đồng thể. Máy ép đùn, máy trộn và nồi nấu được sử dụng.

Một công thức đặc trưng cho polyvinyl butyral nóng chảy chỉ ra ở đây:

Hydroxyl polyvinyl butyral trọng lượng phân tử thấp:

60 - 100 (PKL)

Nhựa polyvinyl formal 10 - 20

Nhựa thông 100 - 200

Tác nhân trộn hợp 2 - 4

Sáp 100 - 200

Bảng 5.4. Công thức keo dán polyvinyl butyral nóng chảy

Công thức số	1	2	3	4	5	6	7	8
Hydroxyl polyvinyl butyral TLPT thấp	-	-	-	10	15	18	-	20
Hydroxyl polyvinyl butyral TLPT cao	40	10	15	-	-	-	10	-
Nhựa polyvinyl	-	6	-	-	-	-	-	2.5
Nhựa focmal	-	-	3	10	0-9	-	-	-
Dibutyl sebacat	-	2	-	-	-	-	-	-
Nhựa thông	-	24	43	90	43	25	45	-
Nhựa hạ điểm chảy	-	-	-	-	-	-	-	60
Sáp	-	24	36	10	36	44	35	25
Sáp	-	-	-	-	2	-	-	-

Tác nhân trộn hợp	-	2.4	3.6	1	3.6	4.4	3.5	2.5
Titan dioxit	-	-	-	-	-	1.9	-	-
Nhôm silicat	-	-	-	-	-	10.4	-	-
"Ethocel" N-10	-	-	-	-	-	-	3	-
Polyvinyl metyl ete	5	-	-	-	-	-	-	-
Công thức ở trên có thể sử dụng như sau: 1. Keo dán nhôm- thép; 2- keo dán nhãn; 3- Lớp phủ chày thấp; 4- Keo dán nhãn cho hộp thiếc; 5- Keo dán giấy sếp; 6- 7- keo dán cho thùng chứa thực phẩm đông lạnh; 8- keo dán da- gỗ.								

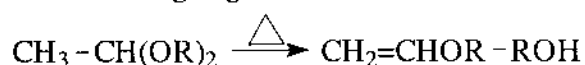
5. 4. Các keo dán Polyvinyl ete

5. 4. 1. Tổng hợp các polyvinyl ete

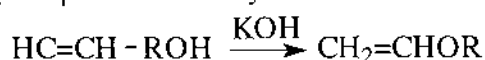
5. 4. 1. 1. Điều chế vinyl ete

Có hai phương pháp được sử dụng để tổng hợp vinyl ete thương mại:

Nhiệt phân axetal tương ứng



Vinyl hóa trực tiếp ancol với axetylen



Phương pháp (2) "quá trình vinyl hóa" của Reppe là dễ dàng và kinh tế nhất, điều kiện phản ứng như sau:

Nhiệt độ 130 - 170°C

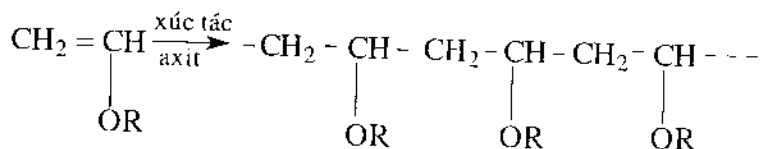
Xúc tác 1 - 3% KOH (ancolat kali được tạo thành *in situ*)

Áp suất axetylen: 100 - 150 psi (pha loãng với nitơ)

Hiệu suất 90 - 95%

5. 4. 1. 2. Trùng hợp vinyl ete

Các vinyl ete có thể trùng hợp nhờ xúc tác gốc tự do, ví dụ, các peroxit, tuy nhiên chỉ thu được các sản phẩm có trọng lượng phân tử rất thấp. Các xúc tác kiểu axit thu được các polyme có trọng lượng phân tử từ thấp đến cao, nhiệt độ thấp hơn cho trọng lượng phân tử cao hơn. Các chất xúc tác được dùng là BF_3 (hydrat hóa hay ete hóa) SnCl_4 , FeCl_3 , AlCl_3 , SO_2 và iốt.



Đề thu được các polyvinyl ete có độ nhớt thấp và trung bình, quá trình trùng hợp được tiến hành trong khối ở 0 - 10°C nhờ thêm dần monome và xúc tác vào bình phản ứng, khuấy làm lạnh bằng nước. Phản ứng nhanh, tỏa nhiệt và tốc độ thêm monome phải đều.

5.4.1.3. Đồng trùng hợp vinyl ete

Các monome vinyl ete có thể đồng trùng hợp với các monome như acrylonitrin, acrylat, cloropren, vinyl este, anhydrit maleic, maleat, metacrylat và vinyl clorua sử dụng xúc tác gốc tự do. Do xu hướng homopolyme hóa dưới các điều kiện này, về lý thuyết, cao nhất chỉ có 50% mol vinyl ete được đưa vào.

Các copolyme và terpolyme của vinyl ete với acrylat và vinyl clorua được sản xuất nhiều ở Đức. Chúng được quan tâm trong lĩnh vực lớp phủ bề mặt.

5.4.2. Tính chất của các polyvinyl ete

Ba homopolyme vinyl ete có trong các sản phẩm thương mại ở Mỹ là: polyvinyl metyl ete (PVM), polyvinyl etyl ete (PVE) và polyvinyl isobutyl ete (PVI). Chúng chủ yếu ở dạng atactic, phi tinh thể. Các loại có trọng lượng phân tử thấp và trung bình là các keo dính và nhớt, trong khi đó các loại có trọng lượng phân tử cao là chất rắn giống cao su, cứng. PVM trọng lượng phân tử cao thường không sẵn có. Một số tính chất vật lý được chỉ trong bảng 5.5.

- **Độ tan:** PVM, PVE và PVI tan trong nhiều dung môi công nghiệp. Một số loại được chỉ ra trong bảng 5.6.
- **Tính tương hợp:** PVE và PVI tương hợp với một số loại nhựa thương mại. Đặc biệt trong các công thức keo dán chúng tương hợp với dẫn xuất nhựa thông và một số phenolic. Ngược lại, PVM cho khả năng tương hợp trong một khoảng rộng. Thường thì tính tương hợp vĩ mô có thể được cải thiện nhờ nghiền nóng hay thêm cấu tử thứ 3 tương hợp, ví dụ, polyisobutylen hay cao su tự nhiên. PVM cho tính tương hợp giới hạn ở dạng màng với một số nhựa thương mại, ví dụ, metyl xenlulo, keo tragacanh, natri alginat và một số dextrin.

Bảng 5.5. Tính chất vật lý của polyvinyl ete

	PVM	PVE thấp	PVE cao	PVI thấp	PVI trung bình	PVI cao
Độ nhớt ở 20°C	0.50	0.2- 0.4	3.5- 4.5	0.07	0.6	3-4
Tỷ trọng nặng ở 20°C	1.05	0.97	0.97	0.91	0.91	0.93
Chỉ số khúc xạ nD 25°C	1.47	1.45	1.45	1.45	1.46	1.46
Tính dẻo			1.6- 2.0			1.5- 1.9
Hằng số điện môi (50 vòng/ giây)	3.5	3.0			2.2	
Điểm gãy (90mm. mẫu)	-27- -30°C			-29- -27°C	-19- 17°C	-19- -17°C
Điểm mềm (tiêu chuẩn ASTM)	62°C			10- 16°C	44- 46°C	

Bảng 5.6. Độ tan của polyvinyl ete

	PVM	PVE	PVI
Nước	S (thấp hơn 32°C)	I	I
Etanol	S	S	I
n-Butanol	S	S	S
Axeton	S	S	I
Xyclohexanon	S	S	S
Etyl axetat	S	S	S
Butyl axetat	S	S	S
Etyl ete	S	S	S
Benzen	S	S	S
Toluen	S	S	S
Turpentin	PS	S	S
Heptan	I	S	S

S = hòa tan; PS = hòa tan 1 phần, I = không tan

Bảng 5.7. Tính tương hợp của các polyvinyl ete vô định hình (màng đục)

	PVM	PVE	PVI
Nhựa gỗ thông	C	C	C
Metyl abietat	C	C	C
Gôm este	C	C	C
Phenolic (tan trong dầu)	C	C	C
Nhựa coumazon-iden biến tính phenol "Nevillac Hard"	C	C	C
Nitro xenlulo	C	PC	I
Etyl xenlulo	C	I	I
Xenlulo axetat	PC	I	I
Polystyren	C	I	I
Polyvinyl axetat	PC	I	I
Polyvinyl butyral	C	I	I
Copolymer vinyl clorua - vinyl axetat	I	I	I
Neopren CG mềm	PC	I	I
Cao su clo hóa	C	I	I
Sáp parafin	I	I	C
Polyetylen	I	I	I
C = tương hợp; PC - tương hợp 1 phần; I = không tương hợp			

- Độ bền:** Độ bền của polyvinyl ete bị giảm khi có mặt xúc tác trùng hợp axit dư. Các chất làm bền như β - naphthyl phenyl amin sử dụng để ngăn chặn sự phân hủy (khử trùng hợp) trong khi bảo quản. Khi cần độ bền nhiệt và oxy hóa, cần thêm 0,25 - 0,5% chất chống oxy hóa.

Sự phân hủy do ánh sáng tử ngoại có thể được điều chỉnh nhờ bổ sung 0,1% chất hấp thụ tử ngoại như 2,4 - dihydroxy benzo phenol. PVE và PVI bền hơn khi được pha loãng với kiềm đặc và axit loãng nhưng axit vô cơ đặc sẽ phân hủy hay tạo lưới PVM.

- Màu sắc:** Polyvinyl ete là các chất không màu. Màu vàng tới da cam của một số mẫu thương mại có thể do các tạp chất được đưa vào trong quá trình sản xuất như monome vinyl ete dư có thể thủy phân dưới điều kiện axit để tạo thành axetaldehyt và các sản phẩm ngưng tụ có màu. Các dung dịch ancol của PVM khá bền màu do ancol chuyển hóa vinyl ete dư thành axetal tương ứng khi có mặt vết axit. Sự có mặt các chất chống oxy hóa sẽ làm bền sự mất màu do nhiệt ở 135°C.

- *Độ độc:* Các tài liệu đã chỉ ra rằng các polyvinyl ete này có độ độc thấp. Những nghiên cứu tác động trên da chỉ ra rằng chúng không gây dị ứng.
- *Đặc trưng keo dán:* Các keo dán trên cơ sở PVE và PVI được trộn hợp riêng cho độ bám dính tuyệt vời với các bề mặt xốp như vải, giấy và gỗ cũng như các bề mặt nhẵn như xenlophan, xenlulo axetat và các tấm vinyl. Độ bám dính PVE và PVI với các bề mặt được xử lý PE và silicol rất đáng ngờ, tuy nhiên PVM không dán với PE. Cho dù tan trong nước nhưng độ dính của PVM thường không đổi trong khoảng độ ẩm rộng, có thể làm cho khả năng hút ẩm giảm. Độ dính của công thức chứa PVM phụ thuộc tính tương hợp.

5.4.3. Ứng dụng của keo dán polyvinyl ete

Các polyvinyl ete có ưu điểm đối với hầu hết keo dán. Trong những phần sau, ứng dụng của chúng được phân loại chủ yếu theo kiểu ứng dụng.

5.4.3.1. Keo dán hoạt hóa ẩm

PVM được thảo luận ở đây là loại tan trong nước, vì vậy nó có thể hoạt hóa ẩm. Polyme này là polyme duy nhất tan trong nước, mềm dẻo, dính vĩnh cửu. Bỏ sung PVM vào dextrin và keo dán trên cơ sở keo động vật có thể cải thiện độ bám dính với nhiều bề mặt gồm polyetylen, kim loại và giấy phủ, ngoài ra xu hướng làm hỏng keo dán khi làm khô trong khí quyển được hiệu chỉnh. Công thức sau được đề nghị cho nguyên liệu nhãn mác hoạt hóa ẩm. Chức năng của isopropanol là tăng điểm sương cao hơn dung dịch nước PVM. PVM/MA làm giảm xu hướng tạo khối.

Dextrin	100 (PKL)
PVM	35
Copolyme metyl vinyl ete anhydrit maleic độ nhớt giảm = 0,57	
Isopropanol	35
Nước	200

Một keo dán đặc biệt hiệu quả để dán nhãn giấy cho các bề mặt in có công thức như sau:

Bentonit (< 200 mesh)	2 (PKL)
Polyvinyl metyl ete	22
Nước	72

PVM cho độ bám dính tốt vào bề mặt cứng, bề mặt bao in bóng.

5.4.3.2. Các keo dán lớp mỏng

Các polyvinyl ete được coi như một thành phần keo dán của lớp bên trong thủy tinh an toàn. PVM làm giảm độ nhạy nước của liên kết polyvinyl butyral/ thủy tinh như chỉ ra trong bảng dưới đây:

Ví dụ (PKL)

Nhựa polyvinyl butyral	100	100	100	100	100	100
Dibutyl xeniosolve adipat	40	40	40	40	40	40
PVM	5	5	10	10	-	-
Nước, % tổng số	0.2	1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
Độ bám dính	7	5	8	6	6	2

Một keo dán lớp mỏng có thể đóng rắn sử dụng PVM để thu được độ bám dính với đồng và kẽm có thành phần như sau:

PVM	33,1 (PKL)
Nhựa propylen glycol-maleat-phthalat	40
Monome metyl metacrylat	26,6
Dimetyl p-toluidin	0,3
Hydroquinon	0,05

Khi trộn với 1,5% benzoyl peroxit và đóng rắn ở nhiệt độ phòng giữa các tấm đồng thì thu được độ bền kéo trượt 3100psi.

Để cán mỏng nền lót giấy với polyetylen, PVM có thể sử dụng. Dung dịch 20% PVM trong nước được phủ lên màng polyetylen, sau đó lớp nền giấy có thể dán với áp lực nhẹ.

5.4.3.3. Keo dán nhạy áp

Một keo dán nhạy áp được tính toán riêng phải có cân bằng hợp lý giữa độ bám dính, độ kết, tính dẻo và độ dính. Nó bao gồm ít nhất một hợp chất elastome với một hay nhiều hợp chất có chức năng dính và dẻo hóa. Khi cần độ bền lão hóa, chất chống oxy hóa và các chất hấp thụ UV được bổ sung. Các chất độn là bắt buộc và thường dùng nhất trong băng dính hoàn thiện sao cho:

Độ bám dính với lớp lót > độ bền kết dính (hay lớp phủ lót) > độ bền keo dán > Độ dính (bám dính với bề mặt dán)

Ứng dụng cuối cùng phải được xem xét khi điều chỉnh tỷ lệ các thành phần, ví dụ trong công thức băng dính đông đặc thì chất dẻo hóa cần tỷ lệ lớn hơn so với công thức mà sản phẩm được sử dụng ở nhiệt độ phòng. Các polyvinyl ete cung cấp keo dán có thể sử dụng trong khoảng nhiệt

độ từ -28 đến 71°C . Các copolyme acrylonitrin - butadien là các lớp lót hiệu quả cho băng dính lót giấy, xenlophan và vinyl.

Công thức keo dán trong lót xenlophan dưới đây có thể phủ lên xenlophan được lót từ dung dịch 20% trong heptan bằng các phương tiện truyền thống:

Công thức 1 (PKL)

PVI-C (độ nhớt cao, polyvinyl isobutyl ete):	80
PVI-M (độ nhớt trung bình, polyvinyl isobutyl ete):	20
Keo este:	5

Nhờ phù hợp chất trên ở 100°C lên lớp lót vải, việc sử dụng dung môi được loại bỏ. Mặt trái của lớp lót được duy trì ở nhiệt độ thấp hơn để tạo hiệu quả đóng rắn nhanh lớp hồ phủ dưới dạng khối xốp. Kỹ thuật này tạo ra băng dính thấm khí, do đó ít gây kích thích da.

5.4.3.4. Keo dán nóng chảy

Bản chất keo dán của các polyvinyl ete cũng như tính tương hợp của chúng với các nhựa rẻ hơn làm cho chúng phù hợp với các công thức keo dán nóng chảy. Các hợp chất sau có hiệu quả để dán nhãn mác vào bề mặt kim loại.

Công thức	1 (PKL)	2 (PKL)
Polyvinyl metyl ete	15	100
Nhựa thông	85	-
Dẫn xuất nhựa thông	-	100

5.4.3.5. Keo dán kiểu nhũ tương

Các nhũ tương dầu trong nước ổn định của các polyvinyl ete có thể điều chế được. Công thức sau đây đã được thừa nhận sử dụng cho keo dán gỗ dán đa và sợi.

PVI-M	100 (PKL)
Cazein	18
Stearic axit	6
Boric axit	1,8
Salisilic axit	1,8
Amoniac (25%)	6,9
Nước	130,5
2,6-ditertiarylbutyl-p-cresol	0,3
n-heptan	27

Dung dịch nóng chứa casein (18 phần), nước (48 phần) và amoniac (1,8 phần) được trộn với axit stearic (6 phần), nước (15 phần) và amoniac (3 phần). Dung dịch PVI-M 80% trong heptan, được làm ấm ở 50°C, sau đó được thêm vào và khuấy với hỗn hợp trên dung dịch axit boric (1,8 phần), axit salisilic (1,8 phần); nước (18 phần), 2,6-ditertiary-butyl-p-cresol (0,3 phần) và amoniac (2,1 phần) được thêm vào sau cùng.

Tính không tan trong nước nóng của PVM đã được sử dụng để tạo latex cao su nhạy nhiệt gồm: cao su tự nhiên, GR-S, neopren và copolyme acrylonitrin butadien. Trong khi chức năng cơ bản của PVM trong ứng dụng đó như một chất nhạy nhiệt thì màng cao su bị đông tụ cho độ bám dính với sợi và giấy.

5.4.3.6. Lớp phủ bề mặt

Các polyvinyl ete cải thiện độ bám dính vào các lớp phủ bề mặt, ví dụ thêm 2-4% PVI-L (dựa trên hàm lượng rắn) vào PVC sol hữu cơ được sử dụng như lớp phủ lót kim loại, thu được độ bám dính tốt và bền với ăn mòn muối.

Sử dụng trên 20% PVM trên cơ sở sơn rắn đã được thừa nhận, hơn nữa PVM hiệu quả như một phụ gia cho sơn bề bơi trên cơ sở cao su clo hóa để cải thiện độ bám dính với bề mặt xi măng. Công thức khởi điểm như sau.

Cao su clo hóa	100 (PKL)
Biphenyl clo hóa	40
Metyl etyl xeton	100
Toluen	60
PVM	20

5.5. Keo dán xyanoacrylat

5.5.1. Giới thiệu

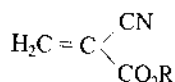
Keo dán đã được sử dụng từ lâu nhưng chỉ tới khi có các polyme tổng hợp (nhựa), ứng dụng của chúng mới trở nên quan trọng do các nhà sản xuất có thể tổng hợp các polyme và công thức keo dán thoả mãn những yêu cầu ứng dụng. Nói cách khác, keo dán có thể thiết kế để cải thiện các đặc tính như tốc độ đóng rắn, độ bền nhiệt, độ bền va đập. Xyanoacrylat chỉ là một keo dán loại đó.

Keo dán xyanoacrylat có thể được định nghĩa là một chất lỏng hoạt động hóa học một thành phần phản ứng rất nhanh với ẩm hay các vật liệu kiềm yếu khác để tạo thành chất rắn trong cứng. Các tính chất quan trọng của chúng là:

- Đóng rắn nhanh
- Áp dụng dưới dạng lỏng
- Đóng rắn bởi phản ứng hóa học
- Hoạt hóa bởi các vật liệu kiềm
- Tạo thành vật liệu nhựa cứng sau khi đóng rắn.

5.5.2. Hóa lý của hệ

Khái niệm xyanoacrylat là từ cấu trúc hóa học của các vật liệu này. Hình 5.1 miêu tả công thức của xyanoacrylat. Như chỉ ra trên hình, keo dán xyanoacrylat cấu tạo từ C, H, O và N. Cách các nguyên tử này được sắp xếp trong phân tử rất quan trọng bởi sự sắp xếp hay cấu thành của nguyên tử ảnh hưởng tới tính chất hóa học của phân tử.



Hình 5.1. Công thức chung của keo dán xyanoacrylat

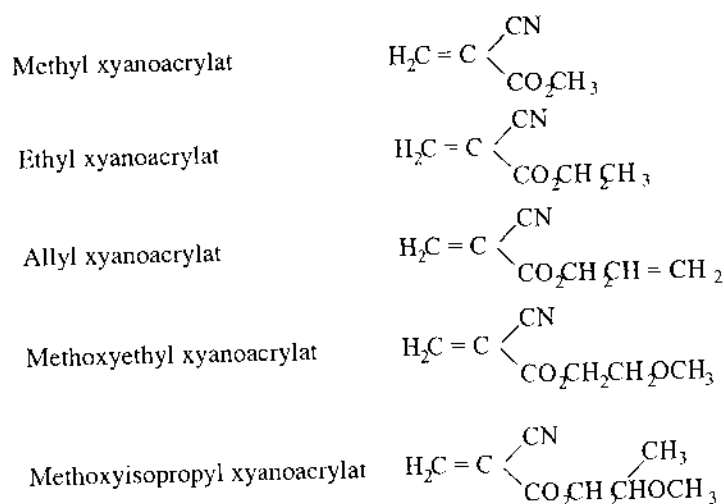
Nhóm CN được gọi là nhóm nitrin hay xyano. Ngoài việc cho các phân keo dán này tên gọi của chúng, nhóm xyano phân cực cao và cho phân tử một số đặc tính keo dán mạnh. Phần còn lại của phân tử, phần acrylat cũng phân cực và vẫn tăng cường đặc tính keo dán của nó.

Ký hiệu R được sử dụng trong hóa học hữu cơ để đặc trưng cho phần phân tử khác nhau giữa các nhóm hợp chất. Trong nhóm xyanoacrylat, nhóm R là ancol tạo thành este với phần axit acrylic của phân tử. Kiểu ancol được sử dụng sẽ cho keo dán xyanoacrylat tên gọi của nó. Do đó methyl xyanoacrylat là este được tạo bởi methyl ancol và axit xyanoacrylic. Hình 5.2 mô tả cấu hình của một số keo dán xyanoacrylat sẵn có trên thị trường.

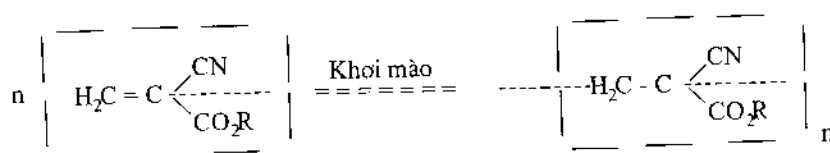
Tất cả các phân tử được minh họa ở hình 5.2 đều là chất lỏng loãng dạng nước ở nhiệt độ phòng. Ở trạng thái độ nhớt thấp này, các phân tử có thể chảy tự do lên trên bề mặt của các phần được dán. Tuy nhiên, các chất lỏng loãng đó không thể nối các khe giữa các phần được ghép. Liên kết đôi $\text{C} = \text{C}$ chỉ ra trong hình 5.2 là chung do tất cả các xyanoacrylat có thể phản ứng sao cho các phân tử kề nhau được liên kết với nhau để tạo thành mạch lớn. Các mạch lớn đến mức keo dán chuyển từ dạng lỏng sang dạng rắn, cứng, chắc. Phản ứng hóa học đó được gọi là phản ứng trùng hợp, được minh họa trên hình 5.3.

Chất khơi mào điều chỉnh phản ứng trùng hợp hay phản ứng đóng rắn của các keo dán xyanoacrylat có thể là bất kỳ hóa chất nào tạo gốc tự do.

Bức xạ điện từ dưới dạng nhiệt hay tia tử ngoại cũng có thể khơi mào phản ứng nhưng thường chỉ đủ để gây ra những vấn đề với sản phẩm có thời hạn. Cách thường dùng hơn để trùng hợp xyanoacrylat là khơi mào anionic. Bất cứ phân tử nào kiềm hơn nước đều có thể khơi mào phản ứng đóng rắn. Kiểu trùng hợp này nhanh hơn nhiều kiểu trùng hợp gốc tự do là nguyên nhân dẫn tới xyanoacrylat đóng rắn nhanh. Chính tốc độ đóng rắn hơn bất kỳ tính chất nào khác làm cho các keo dán này phổ biến trên dây chuyền sản xuất. Nhiều loại keo dán chắc hơn và bền hơn xyanoacrylat nhưng không loại nào đóng rắn nhanh và với nhiều loại chất nền như xyanoacrylat.



Hình 5.2. Các loại keo dán xyanoacrylat thông thường



Hình 5.3. Sự polyme hóa keo dán xyanoacrylat

Cho dù không cần hiểu rõ về hóa học của quá trình trùng hợp xyanoacrylat để có thể sử dụng các keo dán này thì cũng nên biết rằng phản ứng hóa học diễn ra giúp người sử dụng hiểu rõ hơn điều kiện áp dụng ảnh hưởng thế nào tới hiệu quả của chúng. Các polyme thường gặp

như polyetylen, polystyren và PVC được tổng hợp trong các thiết bị phản ứng tinh xảo. Các thông số như nhiệt độ, nồng độ monome, và lượng chất hoạt hóa được kiểm soát nghiêm ngặt.

Với các keo dán xyanoacrylat, thiết bị phản ứng được sử dụng để chuyển monome lỏng thành chất rắn cứng là không gian giữa các phần được dán. Khi các keo dán thay đổi trong không gian này, hiệu quả của keo dán sẽ thay đổi. Các thông số như nhiệt độ, độ ẩm, không gian giữa các phần và kiểu bề mặt được dán có thể thay đổi nhiều trong ứng dụng nhất định.

Hình 5.2 chỉ ra một số kiểu este xyanoacrylat khác nhau. Có những sự khác biệt khó thấy giữa chúng được sử dụng trong những ứng dụng riêng. Metyl xyanoacrylat là hợp chất phân cực hơn bất kỳ hợp chất nào khác. Nó cho keo dán đóng rắn sự cố kết cao hơn, hay độ bền nội. Kết quả là độ bền trượt cao hơn có thể sử dụng trên các phần kim loại và các phần khác đủ cứng để có lợi từ độ bền của polyme cứng, giòn này.

Etyl xyanoacrylat ít phân cực hơn so với metyl xyanoacrylat và có khả năng làm ướt bề mặt nhựa dễ dàng hơn và là một dung môi tốt hơn so với metyl este. Sự khác biệt về hiệu quả này làm xuất hiện khẩu ngữ: metyl cho kim loại và etyl là cho các loại khác. Đôi khi sự khác biệt này cũng được sử dụng ngược lại cho ưu điểm tốt để tránh gây ứng suất trên các nhựa nhạy như: polycarbonat và polyacrylat.

Cũng chỉ ra trên hình 5.2 là allyl xyanoacrylat. Phân tử này chứa một liên kết đôi thứ hai có thể phản ứng sau khi chuỗi polyme đầu tiên được tạo thành. Quá trình dán thứ cấp này có thể diễn ra giữa các mạch polyme kề nhau, gây nên tạo lưới các mạch. Các mạch polyme được tạo lưới đó bền nhiệt hơn polyme không tạo lưới.

Các dữ liệu được giới thiệu trong bảng 5.1 so sánh độ bền nhiệt của allyl xyanoacrylat và metyl xyanoacrylat được xác định nhờ gia nhiệt một mẫu được phù thép trong một tuần ở các nhiệt độ khác nhau. Ở nhiệt độ phòng, hai loại gần như bằng nhau về độ bền. Độ bền cao hơn một chút của metyl xyanoacrylat gây ra bởi độ phân cực cao hơn của nó, có thể thấy rõ ở giá trị cao hơn thu được khi kiểm tra đóng rắn và lão hóa ở nhiệt độ phòng.

Ảnh hưởng của sự tiếp xúc ở 100°C cho thấy mất độ bền đối với metyl xyanoacrylat không tạo lưới và độ bền cao hơn đối với allyl xyanoacrylat do độ siêu bền được cung cấp bởi phản ứng của liên kết đôi trong allyl xyanoacrylat. Sau khi tiếp xúc ở 120°C, toàn bộ độ bền của chuỗi polyme mạch thẳng metyl xyanoacrylat bị mất. Độ bền của allyl xyanoacrylat có thể tạo lưới cũng giảm, chúng tỏ mất sự cung cấp độ bền bởi tập hợp giữa các phân tử, chỉ có sự cung cấp từ nhóm allyl còn lại.

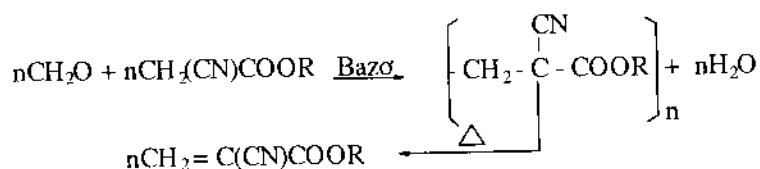
Nhiệt độ cao hơn làm cho liên kết đôi allyl phản ứng nhanh hơn. Độ bền với nhiệt độ trên 120°C có thể được cung cấp sao cho các phần được kẹp trong quá trình đóng rắn. Do sự tạo liên kết ngang tăng cường, polyme thu được rất giòn và thường chỉ dùng cho kim loại và các chất nền cứng, bền nhiệt độ cao khác.

Kiểu thứ 4 của xyanoacrylat được giới thiệu trong hình 5.2 là este alkoxy alkyl. Methoxyetyl xyanoacrylat và metoxy isopropyl xyanoacrylat este có tất cả các tính chất mong muốn của metyl, etyl và allyl xyanoacrylat với ưu điểm bổ sung là áp suất hơi thấp. Kết quả là các monome này có rất ít hay không có mùi, chúng được ứng dụng phổ biến trong các môi trường mà bay hơi là một vấn đề. Áp suất hơi thấp này cũng làm giảm sự tạo sương của các phần kề nhau thường thấy ở xyanoacrylat vào những ngày ẩm ướt, một vấn đề được thảo luận kỹ hơn ở dưới đây.

Ngoài những lợi ích như ít mùi và giảm sự tạo sương, các keo dán này tạo liên kết chắc hơn với các chất nền năng lượng thấp như cao su EPDM, cao su tự nhiên và các nhựa khó dán khác. Tính chất này dường như là một hàm của hoạt động dung môi của keo dán không đóng rắn, cho nên cần cẩn thận tránh làm gãy ứng suất khi keo dán được sử dụng trên các chất nền nhạy như polycarbonat và polyacrylat. Trong khi các alkoxy xyanoacrylat đóng rắn theo cùng cơ chế với xyanoacrylat đồng thể thì tốc độ đóng rắn chậm hơn một chút và độ bền tổng cộng chỉ thấp hơn khoảng 20% so với etyl xyanoacrylat. Độ bền tốt quá mức độ bền của nhiều chất nền nhựa, tuy nhiên giảm 20% độ bền là không có ý nghĩa.

Keo dán trên cơ sở các nhóm xyanoacrylat đồng nhất đã xuất hiện trên thị trường. Nhóm đồng nhất có đặc điểm đặc biệt là một nhóm nitrin ($\text{C}\equiv\text{N}$) đối nghịch với một nhóm este (COOR), ở đó R có thể là metyl, etyl, propyl, hay butyl. Monome trùng hợp với nước, độ ẩm hoạt động như một chất xúc tác. Quá trình trùng hợp không bị thu nhỏ đáng kể và tính phân cực mạnh của polyme tạo nên lực dính nổi bật.

Ankyl 2-xyanoacrylat điều chế bằng cách nhiệt phân poly(ankyl 2-xyanoacrylat) được tạo ra khi focmandehyt ngưng tụ với ankyl xyanoaxetat tương ứng.



Chúng cất lại các monome thô thu được khi nhiệt phân là cần thiết để cung cấp các vật liệu phù hợp sử dụng cho keo dán. Các tính chất vật lý của metyl este được cho trong bảng 5.8.

Bảng 5.8. Tính chất hoá lý của metyl 2-xyanoacrylat

Dạng ngoài	Trong, chất lỏng không màu
Điểm sôi ($^{\circ}\text{C}$)	48-49 ở 2.5-2.7mm
Độ nhớt ở 25°C (Brookfield), cp	2.2
Nhiệt polyme hóa trong nước	10.15 ± 0.2 kcal/mol
n_D^{20}	1.4406
Khối lượng riêng, $27^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$	1.1044

Các monome tinh khiết có thể tự trùng hợp ở cả trạng thái lỏng và hơi. Các monome trùng hợp được khơi mào gốc tự do. Ước chế khả năng trùng hợp sớm của ankyl 2- xyanoacrylat phụ thuộc khả năng của chất ức chế hoặc hệ ức chế để ngăn chặn và làm chậm cả hai kiểu trùng hợp. Các chất ức chế trùng hợp pha lỏng hiệu quả là poly(phosphoric axit), photpho pentoxit, o-sunfobenzoic anhydrit axit. Các chất ức chế trùng hợp pha hơi là nitơ oxit và lưu huỳnh đioxit.

Mặc dù monome ankyl 2- xyanoacrylat là các keo dán tốt, tính chảy lỏng của chúng không được mong đợi trong nhiều ứng dụng. Monome có thể được bổ sung tác nhân làm đặc được tinh chế riêng để tạo nên vật liệu từ xi rô loãng đến gel đặc. Ngoài ra thêm chất dẻo hóa vào công thức keo dán để ngăn chặn sự vỡ vụn của liên kết khi lão hóa. Các tính chất vật lý trong công thức keo dán trên cơ sở metyl 2- xyanoacrylat được cho trong bảng 5.9.

Bảng 5.9. Tính chất hoá lý của keo dán metyl - 2- xyanoacrylat

Đặc điểm bên ngoài	Sương, chất lỏng không màu
n_D^{20}	1,4517
Độ nhớt ở 25°C (Brookfield), cp	~ 100
Khối lượng riêng, $27^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$	1,0959
khối lượng/lít, kg	9,5
Điểm chớp cháy và điểm cháy, $^{\circ}\text{C}$	82
Dung môi	Nitro metan, toluen, metyl etyl xeton và xeton

5.5.3. Ứng dụng của keo dán

5.5.3.1. Chuẩn bị bề mặt dán

Để thu được hoạt động dán tốt nhất, các bề mặt phải được làm sạch và làm khô trước khi áp dụng keo dán. Hầu hết các trường hợp, không cần xử lý trước ngoài việc loại bỏ bụi, cặn axit, mỡ và các tạp chất khác.

Khi dán các kim loại, làm sạch bề mặt với hỗn hợp toluen - axeton là đủ để đảm bảo hình thành liên kết tốt. Làm sạch với hydrocacbon clo hóa như trichloro etylen hay cacbon tetrachlorua cũng rất tốt. Phương pháp tẩy dầu mỡ trong hơi nước cũng được sử dụng thành công. Các liên kết bền thu được khi mà bề mặt dán được làm nhẵn, khá tiếp xúc.

5.5.3.2. Sự hình thành liên kết

Các keo dán xyanoacrylat có thể được sử dụng trực tiếp từ các thùng chứa polyetylen với vòi phun phân tán hay thiết bị nhỏ giọt y tế. Chỉ bề mặt dán là được phủ keo. Keo dán có thể quét thành các lớp mỏng nhờ dụng cụ bay gỗ, kim loại hay dao cắt mà không dùng quá áp suất trên màng keo. Liên kết được hình thành nhờ đặt bề mặt không phủ tiếp xúc với một bề mặt phủ. Với diện tích dán $6,45\text{cm}^2$ hay nhỏ hơn, keo dán có thể phủ đồng nhất lên diện tích tiếp xúc nhờ cọ xát của hai bề mặt với nhau rất nhanh 1- 2 lần trước khi điều chỉnh cuối cùng. Do thời gian đóng rắn của keo dán ngắn, việc điều chỉnh cuối cùng được tiến hành trong một vài giây sau khi các bề mặt dán được đặt với nhau. Một liên kết tốt được đảm bảo nếu áp suất được áp dụng bằng tay cho các bề mặt được dán đủ để cung cấp tiếp xúc đến khi liên kết đóng rắn.

Lượng keo dán cần thiết để tạo thành một liên kết thỏa mãn phụ thuộc vào kiểu vật liệu được dán và điều kiện bề mặt. Các vật liệu nhẵn, không xốp như thủy tinh hay mảnh kim loại, cần ít hơn một giọt keo dán trên $6,45\text{cm}^2$. Các vật liệu xốp như đồ gốm, đồ da hay gỗ cần một lượng lớn hơn. Các liên kết thử nghiệm có thể được chuẩn bị để xác định lượng keo dán cần thiết cho một ứng dụng cụ thể.

5.5.3.3. Đóng rắn keo dán

Các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng tới thời gian đóng rắn là kiểu vật liệu được dán và điều kiện bề mặt dán. Các yếu tố quan trọng thứ yếu là độ nhớt của keo dán, nhiệt độ và độ ẩm. Các liên kết của bề mặt nhẵn, cứng nói chung đóng rắn nhanh hơn là liên kết giữa các bề mặt xốp hay thô. Sự có mặt một lượng kiềm nhỏ như với thủy tinh sẽ hình thành liên

kết không bị bể gãy trong khoảng 10-30 giây, trong khi có mặt một lượng nhỏ axit như với gỗ, hình thành liên kết cần 3 phút hoặc hơn để đóng rắn.

Bảng 5.10. Ảnh hưởng của sự kết hợp bề mặt dán tới hoạt động dán và độ bền

Kiểu liên kết	Hoạt động dán	Độ bền liên kết
Thủy tinh- thủy tinh	nhanh	mạnh
Nhôm- nhôm	Trung bình	trung bình
Thép-thép	Trung bình	mạnh
Thủy tinh- cao su	nhanh	mạnh
Đồ xứ- đồ xứ	nhanh	mạnh
Polyetylen- polyetylen	Trung bình	trung bình
Polyeste-polyeste	nhanh	trung bình
Axetat - Axetat	Trung bình	mạnh
Butyrat - Butylrat	Trung bình	mạnh
Metal-nút chai	nhanh	mạnh
Kim loại - nỉ	nhanh	mạnh
Thủy tinh- nút chai	nhanh	mạnh
Thủy tinh- nỉ	nhanh	mạnh
Gỗ- gỗ	chậm	mạnh
Kim loại -da	Trung bình	mạnh
Kim loại -cao su	nhanh	mạnh
Cao su- cao su	nhanh	mạnh
Cao su- tấm bìa	nhanh	mạnh
Thủy tinh- thép	Trung bình	mạnh
Nylon- nylon	nhanh	trung bình
Thủy tinh- butyral	Trung bình	trung bình
Thép-neopren	nhanh	mạnh

5.5.4. Tính chất của liên kết

5.5.4.1. Độ bền liên kết

Các liên kết được tạo thành với keo dán methyl 2- xyanoacrylat có độ bền kéo căng ban đầu cao và các vật được dán có thể được vận hành vài phút sau khi liên kết được hình thành. Tuy nhiên như trong bảng 5.11, với các

mẫu thép, độ bền lớn nhất của liên kết đóng rắn ở nhiệt độ phòng dễ dàng đạt được sau khoảng 48 giờ. Độ bền liên kết chỉ giảm nhẹ ở các mẫu được lão hóa sau 4 tháng.

Bảng 5.11. Ảnh hưởng thời gian đóng rắn ở nhiệt độ phòng đến độ bền liên kết

Thời gian đóng rắn	Độ bền kéo căng của liên kết thép - thép (psi)	Độ bền keo trượt (psi)	
		Thép - thép	Nhôm - nhôm
2 giờ	2000		
4 giờ	2600		
24 giờ	3800	1700	2400
40 giờ		1775	
48 giờ	5000		2600
72 giờ			2700
1 tuần	4900		
2 tuần			2700
4 tháng	3950		

Độ bền kéo trượt khoảng 3800psi với liên kết thép - thép được đóng rắn 24 giờ ở nhiệt độ phòng. Các liên kết tương tự lão hóa sau 1 tuần có độ bền kéo trượt khoảng 4100psi.

Các liên kết được hình thành với các vật liệu như thủy tinh, gỗ và cao su thường chắc hơn ở đường keo so với các vật liệu được dán.

5.5.4.2. Độ bền nhiệt

Dữ liệu trong bảng 5.12 chỉ ra rằng các liên kết thép - thép khi được chiếu sáng ở 80°C làm tăng đáng kể độ bền kéo căng. Độ bền liên kết đôi khi giảm do chiếu sáng ở 120°C trong 24 giờ. Các nhiệt độ cao hơn hay thời gian chiếu sáng dài hơn có ảnh hưởng mạnh tới độ bền liên kết. Các liên kết được bảo quản ở -17°C trong 24 giờ duy trì được độ bền kéo căng ban đầu cao.

Bảng 5.12. Ảnh hưởng nhiệt đến độ bền liên kết thép - thép đóng rắn 24 giờ ở nhiệt độ phòng

Nhiệt độ (°C)	Thời gian	Độ bền kéo căng (psi)
70	1 tuần	8900
70	10 ngày	8500
80	24 giờ	8400
120	24 giờ	3400
-17	24 giờ	4600

5.5.4.3. Độ bền hóa chất và dung môi

Bảng 5.13. Độ bền của liên kết thép - thép với hóa chất và chất lỏng công nghiệp

Điều kiện thử	Chất lỏng	Độ bền kéo căng sau khi thử (psi)
I	Etyl ancol	3400
I	Axeton	4450
I	Benzen	4350
I	10% dung dịch NaOH	1700
I	10% dung dịch HCl	3100
II	Gasolin	5300
II	Dầu động cơ SAE 30	4300
II	Dầu bôi trơn tổng hợp - 7808	3600
II	Diocetyl phthalat	4200
II	Dầu phanh thủy lực	3600

- I. Liên kết được đóng rắn ở nhiệt độ phòng, sau đó ngâm trong dung môi kiểm tra một ngày ở nhiệt độ phòng.
- II. Liên kết được đóng rắn 48 giờ ở nhiệt độ phòng sau đó ngâm trong dung môi kiểm tra hai tuần ở nhiệt độ phòng kiểm tra.

Ảnh hưởng của dung môi, hóa chất và chất lỏng công nghiệp nói chung tới liên kết thép - thép được chỉ ra trong bảng 5.13. Nói chung, các mẫu thép được dán có độ bền tốt đối với các dung môi hữu cơ và chất lỏng công nghiệp. Các liên kết được ngâm trong dung dịch kiềm loãng bị yếu đi nhiều, nhưng dung dịch axit loãng lại ít có ảnh hưởng. Các diện tích dán thường bị hòa tan bởi N,N-dimetyl formamit.

5.5.4.4. Độ bền thời tiết

Các tính chất chịu thời tiết của liên kết thép- thép được đóng rắn riêng là rất tốt. Dữ liệu trong bảng 5.14 chỉ ra rằng các liên kết có độ bền ẩm tốt ở 38°C đã được tạo ra nhờ đóng rắn trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng và sau đó 24 giờ ở 25°C.

Bảng 5.14. Ảnh hưởng của sự thay đổi thời tiết đến liên kết thép - thép

Thời gian đóng rắn trước khi kiểm tra (giờ)	Thời gian thay đổi thời tiết (ngày)	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Độ bền kéo căng sau khi kiểm tra (psi)
24	8	25	2700
0	2	38	3100
24	4	38	2700
24	7	38	2400
24	19	38	1800
24	28	38	1150
48	13	38	4400
48	14	38	6300
48	15	38	3800
24	5	38	4400

5.5.5. Keo dán xyanoacrylat đóng rắn quang

Xyanoacrylat và các keo dán acrylic đóng rắn quang được sử dụng trong các quá trình sản xuất khác nhau. Các loại keo dán này được sử dụng trong nhiều lĩnh vực trừ các ngành sản xuất tốc độ cao vì chúng đóng rắn rất nhanh, cho lực kết dính cao với nhiều chất nền và dễ phân tán. Tiếc là cơ chế đóng rắn của mỗi nhóm keo dán đã giới hạn quá trình sử dụng.

Một nhóm keo dán mới, xyanoacrylat đóng rắn quang, kết hợp hai công nghệ keo dán để cung cấp một loại keo dán cho những ưu điểm kết hợp của mỗi công nghệ và tránh được những giới hạn đóng rắn. Keo dán xyanoacrylat đóng rắn quang cho khả năng đóng rắn nhanh khi đưa keo dán ra ánh sáng và đảm bảo xyanoacrylat tiêu chuẩn đóng rắn theo cơ chế của keo dán trong vùng bóng râm của ánh sáng.

Công nghệ keo dán xyanoacrylat đóng rắn quang kết hợp các lợi ích của keo dán xyanoacrylat và keo dán đóng rắn quang. Để đánh giá lợi ích mà công nghệ này đem lại cho các nhà sản xuất, cần phải tổng quan những cơ sở của hai công nghệ keo dán này.

Xyanoacrylat là keo dán một lớp, đóng rắn ở nhiệt độ phòng có độ nhớt từ các chất lỏng loãng - nước tới các sol - gel thuận nghịch. Khi bị ép thành một màng mỏng giữa hai bề mặt hoặc được phun cùng một chất kích hoạt hóa học, xyanoacrylat đóng rắn nhanh chóng để tạo thành nhựa nhiệt dẻo với khả năng bám dính tuyệt vời với hầu hết chất nền. Xyanoacrylat cố định chỉ trong 1 phút và hoàn thành toàn bộ lực kết dính trong 24 giờ.

Keo dán xyanoacrylat là các este xyanoacrylat trong đó các methyl và ethyl xyanoacrylat thường được sử dụng hơn cả trong các công thức keo dán. Xyanoacrylat qua quá trình trùng hợp ion với sự có mặt của một bazơ yếu như nước và được làm bền khi thêm một axit yếu. Khi keo dán hoàn thành bề mặt tiếp xúc, lượng vết của nước hay các phân tử bazơ khác có mặt sẽ trung hòa chất làm bền axit trong keo dán dẫn đến quá trình trùng hợp nhanh xyanoacrylat. Ethyl xyanoacrylat là monome thường được sử dụng nhất trong các keo dán xyanoacrylat. Nói chung, ethyl xyanoacrylat cho hiệu quả cao trên các loại nhựa và chất nền đàn hồi.

Các chất tăng tốc xyanoacrylat được tổng hợp từ một chất hoạt động phân tán trong một dung môi, như axeton hay isopropyl ancol. Chất hoạt động thường là một bazơ có khả năng khơi mào quá trình đông rắn keo dán xyanoacrylat. Các chất tăng tốc có thể được áp dụng đối với các chất nền được dán trước với keo dán để giảm thiểu thời gian cố định.

Thông thường, chất tăng tốc sẽ được áp dụng cho một bề mặt trong khi keo dán sẽ được áp dụng cho bề mặt dán. Điều này ngăn cản quá trình đông rắn của keo dán trước khi các phần có thể kết hợp. Các chất tăng tốc còn có thể được phun lên xyanoacrylat để đông rắn không hạn chế đường keo hay các giọt.

Các nhựa có năng lượng bề mặt thấp như polyolefin, polyme chứa flo và nhựa axetal đặc biệt khó bám dính với bất kỳ keo dán nào. Các chất môi đặc biệt được phát triển để cải thiện lực kết dính nhằm kết hợp với xyanoacrylat với các kiểu vật liệu này. Các chất môi này được tổng hợp từ một chất hoạt động, đặc biệt là một amin bậc ba phân tán trong dung môi. Chất môi được áp dụng cho chất nền và khi dung môi bay hơi, chất nền sẽ bám dính.

Với các hệ đông rắn quang người sử dụng có thể mất nhiều thời gian để điều chỉnh các phần mà không lo ngại sự đông rắn keo dán. Khi chiếu sáng với nguồn sáng thích hợp, keo dán có thể được đông rắn hoàn toàn trong vòng chưa tới 1 phút. Cũng như mọi quá trình đông rắn khác, mỗi nối phải được thiết kế sao cho ánh sáng có thể đạt tới đường keo. Hơn nữa, có một giới hạn chiều dày đông rắn. Nói chung, chiều dày đông rắn 1,3cm trở lên khó thực hiện, thậm chí là không thể.

Giá thành của thiết bị đông rắn quang và sự duy trì nó phải được xem xét khi đánh giá tính phù hợp của một quá trình đông rắn quang. Các hệ thống đông rắn quang có giá thành từ 1000 đôla đối với hệ cường độ thấp tới 10.000 đôla trở lên đối với các hệ cường độ cao. Ngoài giá thành ban đầu của thiết bị, quan trọng là việc chuẩn bị phải được tiến hành để mô phỏng thiết bị theo thời gian để chắc chắn rằng thiết bị cung cấp đủ năng lượng sáng để đông rắn một cách thích hợp các keo dán.

Điều này đòi hỏi phải mua phóng xạ kế điều chỉnh thước đo định kỳ và việc kiểm tra định kỳ luồng sáng. Các ưu điểm và giới hạn của các keo dán acrylic đóng rắn quang được tổng kết trong bảng 5.15.

Bảng 5.15. Ưu điểm và giới hạn của các acrylic đóng rắn quang

Ưu điểm	Giới hạn
Đóng rắn trộn nhanh	Không lưu hóa trong vùng bóng râm
Chịu môi trường tốt	ức chế oxy ở bề mặt
Chịu nhiệt	Độ bền liên kết các chất đàn hồi thấp hơn xyanoacrylat
Độ bền liên kết cao	Độ bền liên kết polyolefin kém hơn flopolyme
Các tính chất vật lý có giới hạn rộng	

5.6. Keo dán trên cơ sở polyamit

Nhựa polyamit được sử dụng trong hai loại keo dán chính, đó là keo dán hoạt hóa nhiệt và keo dán cấu trúc nhiệt rắn. Nhựa polyamit được sử dụng trong keo dán hàn gắn nhiệt thường là mạch thẳng và trung tính hay không hoạt động. Polyamit sử dụng trong keo dán cấu trúc và nhiệt rắn có độ phân nhánh cao và rất hoạt động với nhựa epoxy bởi chúng có chứa các nhóm amino không phản ứng. Do đó các keo dán cấu trúc và nhiệt rắn chứa polyamit thường là hỗn hợp các polyamit hoạt động được phản ứng hay đóng rắn và nhựa epoxy.

5.6.1. Keo dán hàn gắn nhiệt

Các polyamit “Versamid” cho keo dán hàn gắn nhiệt là sản phẩm phản ứng của diaxit với các diamin. Các polyamit trên cơ sở axit béo hay axit dime này có thể được tổng hợp nhờ trùng ngưng các axit béo không no. Các axit dime bao gồm hỗn hợp diaxit 36 nguyên tử cacbon chứa một số isome và một lượng nhỏ trime và các polyme cao hơn. Khi chúng được ngưng tụ với các diamin như etylen diamin, nhựa polyamit mạch thẳng và đặc tính tương đối trung tính được tạo ra. Ở đây trung tính có nghĩa là có một số nhóm amin còn lại không phản ứng và các nhóm cacboxyl trong các phân tử và số lượng của các nhóm này gần bằng nhau.

5.6.1.1. Các loại nhựa

Nhựa polyamit được sử dụng cho keo dán nhiệt dẻo có thể là một vật liệu nửa rắn chứa nhóm amino mạch nhánh được tổng hợp từ polyamit hay có thể là chất rắn ở nhiệt độ phòng.

Các polyamit này có một số đặc trưng chung. Do cấu trúc mạch dài của các axit đime, chúng có đặc tính béo và cho mức độ mềm dẻo cao. Nhờ cấu trúc này, chúng có khả năng chịu nước nhưng lại tan tốt hơn các polyamit nylon. Ngoài một số sản phẩm là nóng chảy cao, tất cả các nhựa có điểm chảy tương đối thấp, khoảng 100°C hay thấp hơn một chút, có độ tan tương đối cao trong dung môi ancol. Độ tan được cải thiện nhờ thêm các chất khác vào ancol, như nước, hydrocacbon thơm và hydrocacbon béo. Việc chọn dung môi hay hỗn hợp dung môi phụ thuộc thiết bị được sử dụng khi áp dụng dung dịch của vật liệu cần bay hơi dung môi.

Các tính chất làm cho polyamit đặc biệt có ích cho keo dán nhiệt dẻo là: (1) điểm chảy thấp và bám dính nhanh khi keo dán được hoạt hóa nhiệt hay dung môi, (2) độ nhớt thấp ở trạng thái chảy nên áp dụng dễ dàng, (3) độ bám dính chắc với nhiều bề mặt và chất nền bao gồm các loại giấy, xenlophan, xenlulo axetat, các màng nhựa khác nhau, các lá kim loại, bìa giấy... và (4) bền ẩm và dầu mỡ.

5.6.1.2. Keo dán nóng chảy

Các keo dán trên cơ sở polyamit được sử dụng cho kiểu ứng dụng khác nhau. Chúng được sử dụng rộng rãi nhất như các keo dán hoạt động nhiệt hay keo dán hàn gắn nhiệt cho vật liệu đóng gói mềm như giấy, xenlophan, lá nhôm và xenluloaxetat. Chúng được sử dụng để bao gói với mọi kích thước, hình dạng và kiểu, để gắn chặt các nhãn mác lên vật chứa. Đôi khi độ bám dính hoạt hóa nhiệt cho phép thiết kế những bao gói mà không thể thực hiện với các dạng keo dán khác. Nó dễ dàng thích hợp cho đường keo bao gói một số đồ vật cần hoạt hóa nhanh, bám dính gần như tức thời và độ bền cao.

Các keo dán trên cơ sở polyamit được sử dụng để dán hộp bìa giấy, cho giày da và kim loại. Chúng cũng được sử dụng trong các công thức keo dán màng nhựa như polyetylen.

Nhựa polyamit và keo dán được tổng hợp từ chúng được chú ý bởi độ bám chắc, bền, độ bền kết dính cao và đóng rắn nhanh.

5.6.1.3. Công thức

Nhựa polyamit có thể được sử dụng theo nhiều cách khác nhau dưới dạng keo dán nóng chảy hay trong công thức keo dán nóng chảy. Các chất độn thường được đưa vào công thức để thu được các lợi ích đặc biệt như hạ thấp điểm chảy, tăng độ bền bóc, hay tăng độ mềm dẻo ở nhiệt độ thấp. Các polyamit tương hợp với nhiều chất, bao gồm các nhựa

phenolic, nhựa thông và dẫn xuất của nó, các nhựa maleic, sáp trừ parafin, hầu hết các chất dẻo hóa, shellac, nitro xenlulo và một số nhựa coumaron inden có thể được sử dụng cho các mục đích này. Hầu hết các nhựa này có xu hướng làm cứng hợp chất và để tạo độ bền khối, mặc dù nhựa thông và nhựa trên cơ sở nhựa thông thường làm tăng độ dính hoặc đông cứng nhanh hay có thể làm giảm độ bền khối. Sáp được dùng để làm giảm độ nhớt và tạo độ bền khối trong khi các chất dẻo hóa thường hạ độ nhớt và điểm chảy để cho độ mềm dẻo lớn hơn và độ bền khối thấp hơn.

Các keo dán nóng chảy trên cơ sở polyamit thuần túy thường có giới hạn hàn gắn tương đối hẹp. Giới hạn hàn gắn là nhiệt độ mà ở đó vật liệu sẽ tạo thành một liên kết xé sợi trên giấy nhẵn khi chịu áp suất thấp trong 5 giây. Liên kết keo dán phải chắc trong 1 giây sau khi loại bỏ nhiệt. Giới hạn hàn gắn có thể mở rộng nhờ thêm các chất khác, đặc biệt là các vật liệu không có điểm chảy rõ ràng. Cũng có thể bổ sung các chất có tính tương hợp giới hạn nhờ sử dụng một tác nhân chảy có tính tương hợp cao với cả hai thành phần. Nhựa thông và dẫn xuất của nó là các tác nhân chảy tốt.

Polyamit cũng có thể sử dụng trong công thức keo dán dung môi. Các dung môi này thường là ancol hay các hỗn hợp ancol với hydrocacbon. Kỹ thuật áp dụng tương tự như kỹ thuật cho keo dán nóng chảy trừ các dung dịch được áp dụng ở nhiệt độ phòng và tính thuận lợi phải được cung cấp để loại bỏ dung môi từ các vật liệu phủ nhờ bay hơi hoặc làm khô bằng nhiệt.

Các công thức đã được phát triển cho nhiều mục đích khác nhau. Ví dụ tiêu biểu được cho ở đây là một keo dán cho mục đích chung sử dụng trong đóng gói, một keo dán có độ mềm dẻo ở nhiệt độ thấp và một keo dán để dán nhãn giấy và thủy tinh.

Keo dán bao gói mục đích chung

Polyamit nửa rắn	100 (PKL)
Chất tăng dính	10
Parafin chảy mềm ở 54°C	4
Chất dẻo hóa	10

Parafin cải thiện độ bền khối và bù lại ảnh hưởng của chất dẻo hóa.

Keo dán hiệu quả ở nhiệt độ thấp:

Polyamit nửa rắn	85 (PKL)
Polyamit rắn	4
Parafin	2
Dibutylphtalat	9

Parafin được đưa vào để cải thiện độ bền khối. Dibutyl phtalat cải thiện độ mềm dẻo ở nhiệt độ thấp. Polyamit rắn làm giảm độ tan của công thức này nên keo dán nóng chảy được ưa dùng hơn.

Keo dán nhãn giấy và thủy tinh

Polyamit nửa rắn 50 (PKL)

Polyamit rắn 50

Hợp chất đơn giản này có chất lượng tốt và có ích như một keo dán hàn gắn nhiệt cho mục đích chung.

5.6.2. Các keo dán cấu trúc nhiệt rắn

Phản ứng của nhựa polyamit mạch thẳng hay mạch nhánh có chứa amino với nhựa epoxy tạo thành sản phẩm phản ứng nhiệt rắn có độ bền cấu trúc. Các sản phẩm phản ứng này có độ bám dính tốt với thép, nhôm, magie và các kim loại khác, gỗ, thủy tinh và nhiều loại nhựa trừ các polyme flocacbon. Hỗn hợp keo dán có thể đóng rắn ở nhiệt độ phòng ($16-27^{\circ}\text{C}$) hay ở nhiệt độ cao, mặc dù độ bền kết dính thường cao hơn một chút sau khi lưu hóa ở nhiệt độ cao. Do chúng đông cứng ở nhiệt độ phòng, hỗn hợp keo dán có thời gian bảo quản giới hạn và do đó được coi là hệ keo dán bao gói đôi. Áp suất tiếp xúc chỉ cần thiết để tạo thành liên kết keo dán.

- *Các lĩnh vực áp dụng:* Các hợp chất keo dán polyamit - epoxy chủ yếu có ích trong một số lĩnh vực bao gồm:

- 1) Dán kim loại với kim loại
- 2) Dán gỗ
- 3) Dán các kim loại không giống nhau
- 4) Dán kim loại - nhựa
- 5) Liên kết hay sửa chữa các cấu trúc xây dựng
- 6) Làm đầy các liên kết kim loại

Các keo dán này cũng được sử dụng cho máy bay và ô tô cũng như các ứng dụng công nghiệp. Giới hạn chủ yếu của chúng là mất độ bền ở trên 121°C , do đó chúng không thể sử dụng khi tiếp xúc lâu ở nhiệt độ này.

- *Đặc trưng của các hệ polyamit - epoxy:* Phản ứng giữa một polyamit và một nhựa epoxy chủ yếu là phản ứng của nhóm amino béo với các nhóm epoxy và do đó nhựa epoxy đóng rắn amin. Tuy nhiên có một số khác biệt quan trọng. Polyamit là các nhựa và polyme có thể sử dụng như chất tạo màng và keo dán. Do đó, chúng có vai trò chủ đạo

khi biến đổi các tính chất keo dán đóng rắn. Chúng không chỉ cung cấp độ bám dính đặc biệt tốt với các bề mặt như kim loại, gỗ, thủy tinh và nhiều vật liệu khác mà chúng còn cho tính đàn hồi và tính dính không thấy ở nhựa epoxy.

Hơn nữa, các polyamit này là polyme nên tương đối không bay hơi. Chúng không gây kích thích da và không độc hại khi kết hợp với tác nhân đóng rắn amin thông thường.

Keo dán polyamit - epoxy có thời gian bảo quản lâu hơn hầu hết keo dán epoxy lưu hóa amin và tỏa nhiệt thấp hơn. Điều này cho phép trộn những lượng vài gallon hai thành phần cùng một lúc.

- *Công thức:* Khi trộn nhựa polyamit với các nhựa epoxy lỏng, có một tỷ lệ tối ưu cho độ bền cấu trúc cực đại. Tăng hàm lượng polyamit làm cho hợp chất mềm dẻo hơn với độ đàn dài lớn hơn, độ bền bóc cao hơn nhưng độ bền cấu trúc thấp hơn và giảm độ bền rão. Điều chỉnh tỷ lệ hai chất phản ứng cho sự khác biệt giữa độ bền cấu trúc và độ bền bóc hay nói cách khác sự khác biệt mức độ mềm dẻo (bảng 5.16).

Bảng 5.16. Độ cứng của công thức epoxy - polyamit

Tỷ lệ	Độ cứng shore A	
	Polyamit	Bakelite
40:60	60-65	-
50:50	20-25	-
60:40	-	90
65:35	-	85
70:30	-	50
75:25	-	30
80:20	-	5

Trước khi dán, các kim loại, phải được làm sạch và tiền xử lý. Điều này có thể thực hiện bằng cách phun cát và các xử lý hóa học. Tốt nhất là nhôm được làm sạch trước với dung môi và xử lý hóa học bằng axit cromat.

Chương VI

KEO DÁN VÔ CƠ VÀ XI MĂNG

6.1. Keo dán vô cơ và xi măng

Thế giới tự nhiên xung quanh ta có rất nhiều ví dụ về các liên kết vô cơ đã tồn tại từ nhiều thế kỷ trước. Hầu hết các loại đá xây dựng thông thường được tạo ra từ các hợp chất chứa silic dạng tinh thể và dạng vô định hình. Các keo dán vô cơ và xi măng được sử dụng với khối lượng lớn, tính chất chung của chúng là chịu lửa, chịu nước và chịu nhiều hóa chất khác. Xi măng đóng rắn trong nước như xi măng Pooclăng là loại phổ biến nhất và silicat tan là các keo dán vô cơ sơ cấp.

Xi măng vô cơ bao gồm các nhóm: xi măng khô trong không khí, xi măng phản ứng, xi măng kết tủa và xi măng đóng rắn trong nước. Xi măng khô trong không khí đóng rắn nhờ mất nước hay các dung môi khác. Xi măng phản ứng tạo thành liên kết nhờ phản ứng của hai thành phần khác ngoài nước. Ví dụ các liên kết oxy - photphat và các liên kết axitphotphoric, các muối axit khác bao gồm nitrat - sunfat, các liên kết oxy như oxy - clorua và oxy - sunfat. Nhóm thứ ba là xi măng kết tủa tạo gel từ dung dịch hay huyền phù keo. Chúng là các hệ một thành phần gồm silicat kết tủa bởi dung dịch natri silic florua (Na_2SiF_6) và các vật liệu khác. Liên kết zirconi và axit photphoric phụ thuộc chủ yếu vào dung dịch silic bởi axit sau khi kết tủa gel. Các este của silic cũng như các este của titan (Ti) và zirconi (Zr) có thể kết tủa ở dạng gel. Chúng được sử dụng như các liên kết tạm thời đối với vật liệu chịu lửa và trong một số công thức đúc kim loại có độ chính xác cao. Nhôm axit liên kết dạng γ và liên kết nhôm axit - silic cũng có thể thuộc loại này. Nhóm cuối cùng là xi măng đông cứng trong nước, đóng rắn nhờ phản ứng với nước. Nhóm này bao gồm các loại xi măng thạch cao như: xi măng trên cơ sở canxi silicat và aluminat, là các xi măng đông cứng trong nước sơ cấp, các hợp chất của bari, ferri, ferro, Pooclăng và xi măng dạng xi.

Chương này được chia thành hai phần chính: Các silicat tan sử dụng trong keo dán và xi măng đông cứng trong nước... Trong hầu hết các trường hợp, quá trình đóng rắn là do phản ứng hóa học, tuy nhiên, trong keo dán đơn giản sử dụng silicat tan, liên kết được hình thành nhờ dehydrat hóa dung dịch keo.

6.1.1. Silicat tan

Có hai yếu tố quan trọng trong các tính chất của silicat tan và xi măng silicat được đặc biệt chú ý để phát triển loại keo dán này. Một là giá thành tương đối thấp của bản thân keo dán và khả năng chống bắt cháy. Khi được dehydrat hóa tới trạng thái thủy tinh, liên kết silicat tan kháng lại sự tấn công của nước, tuy nhiên sự tiếp xúc với độ ẩm cao hay các dung dịch nước sẽ phá hủy nó. Tất cả các liên kết chứa silic đều có khả năng bị tấn công bởi dung dịch kiềm mạnh và dung dịch axit flohydric. Giới hạn nhiệt độ cao có thể tăng lên nhờ sử dụng các phụ gia phản ứng với silicat để tạo thành các hợp chất không tan. Bổ sung silic cũng làm tăng giới hạn làm mềm nhờ tăng tỷ lệ silic trong silicat tan. Các yếu tố thuận lợi cho việc sử dụng silicat tan là tính sẵn có của chúng, dễ sử dụng và đóng rắn tương đối nhanh. Với các vật liệu giống giấy, silicat tan được gọi là các keo dán, trong khi đó với vật liệu chịu lửa chúng được coi như xi măng. Trong cả hai lĩnh vực, khả năng phản ứng của silicat cũng như sự tăng độ nhớt do dehydrat hóa là những đặc trưng quan trọng.

6.1.1.1. Tính chất

Silicat tan thương mại thường được tổng hợp nhờ đun nóng chảy cát silic tinh khiết với natricacbonat hay natrisunfat (hoặc muối kali) tạo thành thủy tinh lỏng. Silicat tan sẵn có cả ở dạng thủy tinh và dạng lỏng. Trong cả hai trường hợp tỷ lệ $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$ thay đổi trong khoảng rộng (bảng 6.1). Chúng là các hóa chất kỹ thuật và chứa hầu hết các tạp chất có trong cát thủy tinh và natri cacbonat. Thành phần một loại thủy tinh thương mại như sau (% khối lượng):

Hàm lượng	Na_2SiO_3 lỏng	Na_2SiO_3 rắn
$\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$	2,00	3,31
Na_2O	33,04	23,53
SiO_2	65,64	75,56
Al_2O_3	0,21	0,36
Fe_2O_3	0,033	0,055
CaO	0,14	0,14
MgO	0,03	0,07
TiO_2	0,009	0,02
Cl	0,08	0,14
SO_3	0,06	0,08
Chất chống bắt cháy	0,56	6,11
Tổng số	99,80	100,07

Silicat độ kiềm cao thường được sử dụng trong lĩnh vực tẩy rửa nhưng ít được sử dụng trong lĩnh vực keo dán và xi măng. Trong bất kỳ ứng dụng nào cũng cần xem xét ảnh hưởng của hàm lượng nước và tỷ lệ silic so với kiềm để đạt kết quả tối ưu. Silicat tan chứa silic được đặc trưng bởi tỷ lệ khối lượng của silic so với kiềm do thành phần của chúng không giống tỷ lệ mol trong thành phần hóa học. Ví dụ một dung dịch chứa 1 mol Na_2O , 3,3 mol SiO_2 sẽ có tỷ lệ 3,22% SiO_2 , 1% Na_2O theo khối lượng, do đó silicat có tỷ lệ 3,22.

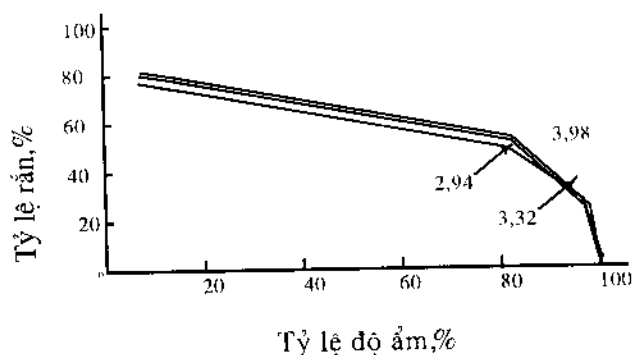
Silicat độ kiềm cao có khả năng hút ẩm cao hơn trong khi đó silicat càng nhiều silic giảm xu hướng hấp thụ nước và dẫn tới khô ở nhiệt độ khí quyển thông thường. ở nồng độ thích hợp cho keo dán, pH thay đổi rất ít khi hàm lượng chất rắn của dung dịch natri silicat vượt quá 10%. Đối với các thành phần keo dán, pH sẽ nằm trong khoảng xấp xỉ 11 đối với dung dịch chứa nhiều silic hơn và 13 đối với các dung dịch kiềm cao hơn. Kalisilicat hiếm khi được sử dụng làm keo dán bởi giá thành của chúng khá cao: Kalisilicat với % tỷ lệ khối lượng 2,10 có tỷ lệ mol SiO_2 : K_2O = 3,29.

Keo dán natri silicat thương mại nhìn chung rất thích hợp với các loại keo điện ly có điện tích âm khá cao và trở thành dương điện khi pH tiến tới 0. Các đặc trưng keo này của natri silicat làm cho màng của chúng có tính chất biến dạng cần thiết đối với một liên kết keo dán tốt. Sự có mặt của Na có thể coi như sự làm bền các hạt mixen silic đến khi tiếp xúc, khi liên kết hydro tạo thành hoặc silic phản ứng với chất nền.

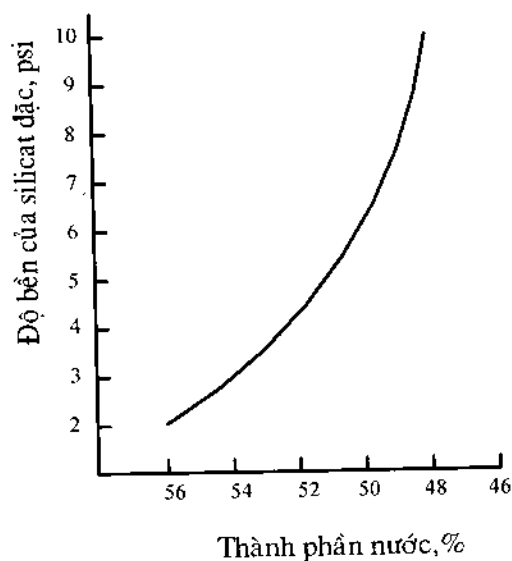
Thậm chí trong các xi măng đóng rắn nhờ phản ứng, cấu trúc keo vô định hình được thừa nhận. Nguyên tử silic nhỏ hơn với trường lực dương mạnh do đó độ phân cực thấp và khó điều chỉnh tới các điều kiện mới. Số phối trí thông thường là 4 nhưng thường thấy là 6. Các liên kết không gian tứ diện dễ bị biến dạng hơn các liên kết cacbon. Tương tự, cấu trúc thủy tinh được coi là mạng lưới ngẫu nhiên ít hoặc nhiều hơn của silic với các ion kim loại kiềm xen vào là do độ dẫn điện và giảm nhiệt độ làm mềm thì tỷ lệ cation tăng. Tỷ lệ độ nhớt và sức căng bề mặt của dung dịch tăng nhanh hơn khi hàm lượng cation tăng. Trái lại, tỷ trọng, chỉ số khúc xạ, trở kháng riêng giảm chậm hơn.

Màng silicat tan sẽ tiếp tục giữ ẩm cho tới khi được đun nóng ở khoảng 538°C , điều này có nghĩa là liên kết keo dán sẽ có tính đàn hồi và ít giòn hơn thủy tinh khan. Hình 6.1 cho thấy ở độ ẩm thông thường liên kết silicat có thể chứa tới 40% nước, thậm chí ở 10% độ ẩm tương đối, liên kết chứa khoảng 20% nước. Liên kết trở nên bền hơn khi hàm lượng nước giảm, như chỉ ra trên hình 6.2. Độ bền như vậy là tương đối đủ cho

nhiều bề mặt dính. Các phụ gia dưới dạng NaCl, đất sét hay bột talc (magie silicat ngâm nước) thường được thêm vào để duy trì độ nhớt trong silicat loãng. Độ bền cao hơn 600 psi đã được chỉ ra đối với lớp màng tự do. Độ bền 300psi thu được với các khối gỗ mềm. Giá trị cao tới 1500psi là của một số kim loại và cao hơn 1000psi là đối với thủy tinh. Trong các trường hợp này, sự hỏng liên kết trước tiên là ở bề mặt dán.



Hình 6.1. Cân bằng độ ẩm của dung dịch ở nhiệt độ phòng theo tỷ lệ của silicat và độ ẩm



Hình 6.2. Độ bền của natsilicat khi thay đổi hàm lượng nước

- *Làm ẩm:* Bản thân keo dán silicat tan có tính chất làm ẩm tương đối tốt. Tốc độ làm ẩm có thể tăng khi thêm một lượng nhỏ silicat độ kiềm cao hơn hay khi pha loãng silicat. Nếu cần thiết, độ nhớt có thể được duy trì bằng cách thêm chất độn như đất sét.

Các tác nhân làm ẩm đôi khi làm tăng tính hiệu quả của silicat như một keo dán cho kim loại hay tăng tốc độ làm ẩm giấy. Các tác nhân làm ẩm anion hay không ion thường làm tăng nhẹ độ nhớt, do vậy nước phải thêm vào nhiều hơn để duy trì độ nhớt ban đầu.

% tác nhân làm ẩm	Phủ trên (g/m^2)	Độ bền kéo căng kg/m đường keo
0,0	1,3	26,8
0,1	2,2	28,9
0,0	2,2	28,9

Lượng keo dán bị hấp thụ bởi bề mặt dán phụ thuộc kích thước mao quản cũng như tính chất làm ẩm. Một loại giấy gói hàng được làm khô hoàn chỉnh sẽ hấp thụ keo dán chậm hơn dạng sợi dây do dây có các mao quản lớn hơn. Tuy nhiên, các mao quản lớn hơn sẽ hấp thụ nhiều keo dán hơn. ảnh hưởng của các mao quản lớn này có thể được khắc phục nhờ thêm một chất độn như đất sét. Tốc độ thấm vào giấy bìa cứng có thể được điều chỉnh bằng cách kiểm soát độ nhớt của pha lỏng và nhiệt độ cũng như hàm lượng ẩm của chính tấm bìa.

- *Sự đông rắn:* Natri silicat đông rắn nhờ mất nước trừ khi có mặt các vật liệu hoạt động khác. Khả năng đông rắn của thủy tinh lỏng phụ thuộc độ ẩm của môi trường xung quanh và nhiệt độ làm khô. Thậm chí ở độ ẩm thấp, tính đàn hồi có thể thu được nhờ bổ sung glycerin và các vật liệu khác. Màng có thể bị tấn công bởi CO_2 và các axit trong không khí, nói chung chúng chỉ bị ảnh hưởng trên bề mặt và thực nghiệm với các liên kết mỏng hơn trên giấy tạo nếp trong khi quyển CO_2 cho thấy liên kết vẫn được duy trì dưới các điều kiện bất lợi.

Có thể dựa vào ảnh hưởng của nhiệt độ và sự mất nước do đun nóng keo dán để sử dụng một loại keo dán với hàm lượng rắn rất cao. Nếu một keo dán như vậy được áp dụng cho giấy, keo dán không chỉ tăng độ nhớt khi làm lạnh mà còn làm mất độ ẩm trên giấy. Nếu ban đầu giấy nóng thì quá trình đông rắn ngọn lửa thu được nhờ làm bay hơi nước nhanh khi tiếp xúc với giấy. Chỉ một nửa lượng nước bị mất là cần thiết để đạt tới cân bằng, đông rắn liên kết silicat 3,32 ở điều kiện phòng (hình 6.1).

- *Silicat khan:* Hầu hết các liên kết silicat không tan thu được nhờ làm khô ở nhiệt độ đủ cao để loại bỏ toàn bộ nước. Chúng có các đặc trưng của thủy tinh. Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính của thủy tinh natri và kalisilicat từ nhiệt độ phòng tới 400°C là $10-19^{\circ}\text{C} \times 10^{-6}$. Nhiệt độ ủ đối với thành phần như vậy là khoảng $400-600^{\circ}\text{C}$.

Trong quá trình làm khô màng natri silicat trong không khí sẽ còn khoảng 15-20% nước. Nung ở 100°C sẽ làm mất khoảng 1-10% nước. Để dehydrat hóa hoàn toàn cần đun nóng tới 550°C . Ngoài ra để ngăn ngừa sự hư hỏng liên kết trong quá trình làm khô, cần duy trì dưới điểm sôi. Bảng 6.2 chỉ ra nhiệt độ hóa lỏng của thủy tinh tạo thành từ các silicat tan thông thường, nhiệt độ làm mềm xấp xỉ và ảnh hưởng của thứ tự hạ điểm chảy tới các vật liệu độn. Hàm lượng kiềm cao hơn làm giảm độ nhớt của thủy tinh silicat nóng chảy. Hỗn hợp thủy tinh natri và kali có độ nhớt thấp hơn dạng đơn của chúng.

Bảng 6.2: Silicat dễ tan sử dụng trong xi măng chịu lửa

Tỷ lệ % khối lượng $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	Silicat để làm thành 45,36kg chất rắn	Nhiệt độ hóa lỏng của chất rắn không có chất độn ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ xấp xỉ làm mềm ($^{\circ}\text{C}$)	Ảnh hưởng của thứ tự hạ điểm chảy tới chất độn
3,75	3,23	1099	675	1
3,22	266	857	650	1
3,22	258	857	650	2
2,90	233	820	633	3
2,40	1,13	829	620	3
2,00	1,85	871	600	4
1,60	1,90	843	570	5
3,22	1,21	857	650	2
3,22	1,01	857	650	2
2,00	1,21	871	600	4
2,00	1,01	871	600	4
$\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$				
2,5	3,66	762	660	1
2,5	3,66	762	660	1
2,1	2,54	860	640	2

6.1.1.2. Hỗn hợp dị thể có silicat tan

Tính chịu nước tốt hơn trong keo dán silicat thu được nhờ thêm CaO hay đất sét phản ứng với natri silicat tỷ lệ 2,0. Các silicat kiềm phản ứng nhanh hơn dung dịch tỷ lệ 3,2 và độ nhớt có khuynh hướng tăng lên sau giai đoạn phản ứng chậm ban đầu. Một hỗn hợp trám răng hoạt động ở 20°C có thể đông cứng rất nhanh ở 40°C. Đối với keo dán bề mặt gỗ cứng như gỗ xẻ, 1,13kg vôi, đất mịn quét với 45,36kg silicat tỷ lệ trung bình 3,2 thường được sử dụng.

Thêm tinh bột thô hay tinh bột chưa hồ hóa vào keo dán silicat được sử dụng cho giấy mỏng. Một keo dán chứa các phần khối lượng bằng nhau của dung dịch natri silicat tỷ lệ 3,2 và tinh bột thô cũng liên kết các bề mặt kim loại, đá bột... Hỗn hợp với protein động vật và thực vật đã được đề cập đối với cả keo dán gỗ và keo dán giấy.

- *Cao su*: Mủ cao su dạng latex và các polyme cao khác thường được trộn với dung dịch silicat lỏng với bất cứ tỷ lệ nào nhưng latex tổng hợp đòi hỏi phải cẩn thận hơn trong công thức so với latex tự nhiên. Độ bền của mủ đối với sự đông tụ bởi dung dịch silicat đã được nghiên cứu. Ví dụ công thức có thể chứa 100 phần latex (60% rắn), 10 phần amoniac (28%) và 10 phần natri silicat tỷ lệ 2 ở 52° bombe.

Natrisilicat có thể được thêm một lượng nhỏ vào latex với quá trình khuấy không mạnh ở nhiệt độ khoảng 25°C. Có thể được 0,27 phần casein hay 0,03 phần borat đóng vai trò chất ổn định. Hợp phần chứa 2,13kg latex (60% cao su) và 2,54kg natri silicat được sử dụng để dán kim loại và liên kết gỗ dán với thép mạ sắt hay nhôm. Một lớp phủ đàn hồi của dung dịch latex - silicat có thể áp dụng cho bề mặt kim loại đã làm khô và phết thêm keo dán hay phun lên một mặt.

Latex lưu hóa 50% chứa 60% chất rắn cộng với 50% natrisilicat tỷ lệ 2 ở 50° Bombe dán chặt với giấy nhưng có thể bóc ra dễ dàng. Tăng hàm lượng silic có xu hướng làm giảm độ mềm dẻo, trong khi đó tăng độ kiềm làm giảm tính chịu nước. Keo dán latex - silicat đã được sử dụng để dán mũi, đế giày, giày tennis,...

- *Polyvinyl axetat*: Các dung dịch silicat tan tương hợp với các dung dịch copolyme vinyl axetat hơn là với các homopolyme. Chúng cũng tương hợp hơn khi có mặt etylen glycol và tỷ lệ silic so với kiềm cao hơn.

Son nhũ tương polyvinylaxetat được tạo gel nhờ thêm các silicat tan. Natri silicat tỷ lệ 3,2 và chứa nhiều silic hơn có hiệu quả ở nồng độ 0,5%. Keo dán lên bằng vải giữ các hạt mài có chứa 6,8kg natrisilicat tỷ lệ 3,2 trộn ở tốc độ trung bình với 2,72kg sét kaolin, 0,4536kg sorbitol,

2,268kg cacboxyl metyl xenlulo và 2,7216kg nhũ tương polyvinyl axetat 56%. Thêm polyvinylclorua vào lớp phủ silicat làm tăng khả năng chịu nhiệt độ cao.

- *Methylol ure*: Tính chịu nước của các lớp phủ silicat tan tăng lên nhờ thêm methylol ure. Dimethylol ure cũng được trộn với silicat tan để tạo thành keo dán dùng cho vật liệu phủ mài mềm dẻo.

6.1.1.3. Xi măng ceramic

Keo dán cho vật liệu ceramic - vô cơ, vật liệu vô định hình hay tinh thể thường được gọi là xi măng. Xi măng silicat có thể chia thành ba loại chính.

Loại thứ nhất khô trong không khí, độ nhớt tăng và độ cứng chỉ tăng do mất nước. Ở nhiệt độ thấp, liên kết có độ bền kéo khoảng 3000psi phụ thuộc nhiều vào sự phân cấp kích thước của phụ gia trơ. Chúng chịu nước tốt, không phụ thuộc vào việc chúng được làm khô hoàn toàn như thế nào và thời gian chúng có thể phản ứng với chất độn trơ tốt hay không hoặc được xử lý với axit vô cơ để tăng tính không tan.

Loại thứ hai, dehydrat hóa, tạo liên kết ở nhiệt độ cao nhờ giải phóng nước. Do đó, dạng thủy tinh tạo thành bởi phản ứng giữa silicat tan và các phần khác của hỗn hợp. Silicat ban đầu hóa rắn ở khoảng 20-30% nước, liên kết có độ bền kéo khoảng 2000psi. Ở khoảng 300°C, dưới đường pha lỏng, độ bền giảm cho đến khi liên kết thủy tinh được tạo thành, nhờ hạ điểm nóng chảy, nên có thể thu được độ bền rất cao.

Loại thứ ba phụ thuộc vào phản ứng hóa học giữa silicat tan và các vật liệu được thêm vào. Sản phẩm phản ứng thường là một vật liệu dạng gel trong đó liên kết bền nhất của nó thu được khi có mặt lượng nước tối thiểu. Cỡ hạt của chất phản ứng thêm vào cũng quan trọng do sự đóng rắn thường xảy ra trước khi phản ứng hoàn toàn.

- *Giai đoạn làm khô*: Để tránh bị phồng do nhiệt độ, silicat lỏng chỉ được tăng nhiệt độ lên vài độ/giờ đến khi vượt quá điểm sôi. Trên 130°C, nhiệt độ có thể tăng nhanh. Trình tự làm khô riêng có thể thay đổi theo thành phần và độ dày của liên kết, tốc độ truyền nhiệt và không khí, đặc trưng của chất nền. Nếu tỷ lệ dung dịch silicat quá thấp, kết cấu có thể không được làm ẩm thích hợp, trái lại nếu quá lớn thì sẽ thu được liên kết dạng gel yếu. Nếu dung dịch quá đặc, sự phân bố và quá trình làm ẩm sẽ kém và nếu quá loãng, xi măng sẽ khô chậm và có thể trượt khỏi bề mặt phân cách và tạo thành liên kết yếu với kết cấu.

Hỗn hợp silicat - cát được làm khô kỹ có xu hướng đạt độ bền cao hơn xi măng được tạo thành do phản ứng hóa học với silicat. Tốt nhất là

chất độn có chứa 20% vật liệu đã cho qua sàng 200 mesh và một lượng tương tự giữa 100-200 mesh. Chất độn này được sử dụng với khoảng 20% natrisilicat tỷ lệ 3,2.

- *Một số phản ứng hóa học:* Các phụ gia không hoạt động bao gồm thạch anh, bari sunfat, oxit sắt, crom và mangan, các silicat vô cơ như đất sét, than đen... Một số phụ gia phản ứng chậm nhưng không gây ra sự đông rắn nhanh của xi măng. Tuy nhiên silicat kiềm tan phản ứng trực tiếp với nhiều hợp chất như canxi cacbonat thường kết tủa ở dạng aragonit, oxit hay cacbonat chì, florua kim loại kiềm, florua kim loại kiềm thổ và flo silicat. Flo silicat đông rắn nhanh và tạo thành xi măng có đặc tính chịu axit cao. Hầu hết các phản ứng thu được ở dạng gel hay kết tủa keo. Hàm lượng nước càng thấp ở giai đoạn đông rắn tới hạn thì liên kết có xu hướng bền hơn và xi măng đặc chịu nước và axit hơn. Ở 90°C bột kẽm oxit tạo thành hợp chất cứng nhất với natrisilicat tỷ lệ 3,2, nhưng ở 242°C silicat tỷ lệ 2,4 là cứng nhất. Hạt kẽm oxit mịn nhất 0,1µm cho phản ứng nhanh nhất.

Thêm lượng nhỏ các muối khác vào vữa natri silicat thường làm tăng độ bền kéo của liên kết cuối cùng. Natri bicacbonat có thể làm tăng tỷ lệ silic hiệu dụng. Natrinitrat và các muối kali cũng hiệu quả. Chúng có thể ảnh hưởng tới cân bằng nước do chúng hoạt động khi hình thành các giọt dung dịch silicat dễ tan. Photphat và borat kiềm cũng làm tăng độ bền và độ cứng của liên kết.

- *Ứng dụng:* Silicat tan được sử dụng làm xi măng chịu lửa cho gạch tầng ở bể chứa, nồi hơi, lò, buồng đốt và lò sưởi, ống khói, để sửa chữa và bảo vệ lò nung, các bể hoà tan và mạ, mương máng, sàn và cống thoát nước... hay sửa chữa đồ gốm bị vỡ. Xi măng trộn sẵn chứa silic cacbua, cát chịu lửa, đất sét thô chịu lửa và bột hydrat natri silicat tỷ lệ 3,3 được sử dụng với lượng lớn.

Một loại xi măng chịu axit đơn giản được chế tạo từ cát thạch anh tinh khiết và natrisilicat tỷ lệ 3,7 với khối lượng bằng nhau. Các xi măng như vậy chịu được axit clohydric đặc và loãng, axit nitric, sunfuric. Lớp lót của nồi nấu sunfit sử dụng trong nghiền giấy được làm từ một phần dung dịch natrisilicat tỷ lệ 2,4 với một phần xi măng Pooclant và 2 phần cát thạch anh cỡ 20 mesh. Silic cacbua, bột silic kim loại và natri silicat lỏng được kết hợp trong gạch chịu lửa trung tính tự nung. Khí hydro từ phản ứng được bắt lửa và cháy.

Các hỗn hợp chịu lửa bazơ phải được giữ khô cho đến khi sử dụng. Phụ hỗn hợp quặng crom và MgO có lợi là hạ thấp điểm nóng chảy của bột natrisilicat hydrat hóa. Hỗn hợp magnesit với bột thủy tinh natri

silicat hydrat hóa hoặc khan tạo thành dưới đáy của buồng đốt mở ở bụng lò. Hỗn hợp này được lên chặt tại chỗ và đóng rắn nhờ phản ứng khi lò được đốt nóng.

Xi măng chứa cacbon được sử dụng để lấp đầy các không gian trong các mối nối điện cực. Một ví dụ về xi măng loại này có chứa 31% cốc dầu mỏ (60% qua sàng 200mesh), 28% nhựa than có điểm nóng chảy 175°C và qua sàng 35mesh, 3% silicat tỷ lệ 3,2, 23% ri đường và 15% nước.

Các lớp phủ que hàn sử dụng xi măng silicat. Lớp phủ xenlulo cho điện cực có thể chứa lượng trung bình natrisilicat hoặc kalisilicat, ferromangan, amiăng và titan dioxit, một lượng nhỏ hoặc tùy ý canxi cacbonat, magie silicat (bột talc), fenspat và gôm, một lượng lớn xenlulo.

6.1.1.4. Xi măng chịu hóa chất

Xi măng chịu axit được tạo thành nhờ phản ứng của silicat tan và silicflorua. Nó có thể cho độ bền keo dán gấp 3-4 lần xi măng Pooclant do có ngót thấp và giãn nở nhiệt gần bằng thép. Một keo dán như vậy mất độ bền ở khoảng 400°C và thủy tinh hóa ở 980°C . Một công thức keo dán có độ bền nén khoảng 700psi chứa 93,4g bột thạch anh, 4,6g natri silic florua, 2,0g canxi silic florua và 30ml natri silicat tỷ lệ 2,4 ở 48° bombe. Một loại xi măng không tan để gắn sứ và thủy tinh với kim loại thu được khi trộn 62 phần bột đá silic, 14 phần dung dịch silicat tan tỷ lệ 3,7 có trọng lượng riêng 1,4, 14 phần nước và 10 phần nhôm florua. Sau khi trộn và sử dụng xi măng thường được nung ở $100-175^{\circ}\text{C}$. Các xi măng silicat và silic không bền trong dung dịch kiềm mạnh như canxi hydroxit hay xút, natri peoxit, natrihypoclorit hay florua.

6.1.2. Xi măng đông cứng trong nước

Các loại chính của xi măng đóng rắn nhờ hydrat hóa là canxi silicat hay xi măng Pooclant, xi măng canxi aluminat, xi măng xi, xi măng vôi - silic tự nhiên, barisilicat và xi măng bari aluminat, ferri và ferro, xi măng vôi và thạch cao. Trong các xi măng này, thời gian hydrat hóa phải được tính đến nhưng nhiệt sinh ra phải được giữ nhỏ nhất. Toàn bộ nước phải được giữ ở bề mặt để làm chậm quá trình bay hơi. Xi măng canxi aluminat có nhiệt hydrat hóa cao hơn xi măng Pooclant và cần phải cẩn thận để tránh làm khô sớm cũng như quá nhiều nước để hoàn tất quá trình hydrat hóa. Xi măng nhôm oxit cao có chứa lượng đáng kể sắt và

silic. Xi măng Pooclang làm khô hay các xi măng đông cứng trong nước có xốp hơn hay không tùy thuộc vào sự nén, sự phân cấp của kết cấu và hàm lượng nước ban đầu. Các lỗ xốp này có thể được làm đầy nhờ ngâm với natri silicat hay với flosilicat kim loại, phản ứng với canxi tự do và kết tủa silicagel hay canxi silicat trong các lỗ xốp. Bề mặt được xử lý chịu nước và axit tốt hơn.

6.1.2.1. Xi măng Pooclang

Thành phần chủ yếu của xi măng Pooclang là $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ và $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ với một vài tỷ lệ nhỏ của $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ và $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, có thể là một dung dịch rắn hoặc một chất lỏng chưa đủ lạnh. Bột khô thu được nhờ nấu chảy đá vôi và đất sét thành một loại clinke được nghiền mịn với khoảng 2% SO_3 ở dạng thạch cao.

Trong quá trình hydrat hóa, tricanxisilicat bị thủy phân tạo thành canxi hydroxit và một lượng nhất định silicagel với đicanxi silicat. Sự đông rắn diễn ra do kết tinh dung dịch tạo thành từ sản phẩm hydrat hóa của canxisilicat và aluminat. Thạch cao có mặt để ngăn chặn dung dịch tricanxi - aluminat nhanh sinh ra nhiệt hydrat hóa cao và đông rắn ngọn lửa tạo thành liên kết yếu.

Xi măng thường được sử dụng trong bê tông, là một khối kết cấu thô với cát, xi măng Pooclang và nước. Vữa có thể được định nghĩa là một hỗn hợp xi măng, nước và kết cấu mịn trong khi vữa xi măng thường là một hồ xi măng nguyên chất dạng sữa. Tỷ lệ xi măng được sử dụng với cát và lượng nước được thêm vào thay đổi đáng kể nhưng hỗn hợp xi măng Pooclang: cát tiêu chuẩn là 1: 3 thường được dùng và cần khoảng 36-46% nước.

Để xây dựng cầu hay đường, vữa đặc được gia cố vào kết cấu nền móng đã xuống cấp. Các giếng dầu được trát xi măng và các mối nối của đập bê tông được độn vữa lỏng. Vữa lỏng cũng được sử dụng để làm bền các mô cầu. Bê tông thường nặng khoảng 2324,1-2484,4kg/m³. Một bê tông cấu trúc nhẹ có thể nặng từ 801,4-2244kg/m³.

6.1.2.2. Xi măng vôi

Gạch, cát, vôi và các sản phẩm canxi silicat chịu nhiệt độ cao khác thu được từ phản ứng của canxi oxit và cát dưới áp suất và nhiệt độ khi có mặt hơi nước. Chúng thường được cải tiến nhờ bổ sung natri silicat. Gạch chịu lửa canxi silicat sẽ chịu được nhiệt độ 650°C thay vì 315°C ở tỷ lệ 85% MgO.

6.1.2.3. Xi măng thạch cao

Thạch cao thường được làm vữa trát tường, vữa trám răng tùy theo ứng dụng. Xi măng thạch cao có nhiều loại nhưng được biết tới nhiều nhất trong các loại này là xi măng Keenes thu được nhờ nung thạch cao ở khoảng 110°C tạo thành dạng nửa hydrat, nhúng trong dung dịch phen nhôm và nung lại tới $400-500^{\circ}\text{C}$. Trong xi măng thạch cao, borat được sử dụng thay cho phen và trong xi măng Martin, kali cacbonat được dùng. Các vữa này rất cứng và trắng khi làm khô. Hỗn hợp thạch cao và xi măng Pooclant tạo thành vữa. Nó chứa nhôm sunfat và cát có độ giãn nở thấp khi đông rắn và độ bền nghiền khô cao.

Thạch cao hay thạch cao dehydrat hóa ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) khá dễ tan trong nước ở nhiệt độ thấp. Nó kết tinh nhanh tạo thành thạch cao ngâm 2 phần từ nước và nhanh chóng tạo thành vật liệu bền hơn có trọng lượng thấp. Do thạch cao đông rắn trong nước nên nó là một xi măng đông cứng trong nước, nó có độ tan đủ để không thỏa mãn việc sử dụng ở độ ẩm cao và liên tục tiếp xúc với nước, trừ khi được thấm với nhựa. Nếu thạch cao được gia nhiệt ở khoảng 123°C dưới áp suất hơi, sự tách riêng các hạt mịn và các tinh thể không xốp của thành phần nửa hydrat được tạo thành đôi khi cần ít nước hơn để tạo thành vữa và tăng độ bền nghiền lên 7500psi

Thời gian đông rắn của thạch cao thay đổi theo hàm lượng nước, cũng như các phụ gia (bảng 6.3). Các chất xúc tiến là kẽm sunfat, K_2SO_4 , NaCl , phen nhôm, Na_2CO_3 hay vữa làm cứng. Các chất làm chậm là borat, axit tatric và các chất hữu cơ khác. Trộn lẫn vữa với cát theo tỷ lệ 1: 1 tới 1: 2 gây nên quá trình trương trong khi trộn lẫn ở tỷ lệ 1: 3 tới 1: 4 làm co ngót.

Bảng 6.3. Ảnh hưởng tỷ lệ nước so với vữa tới tính chất của thạch cao (thời gian trộn 1 phút)

Tỷ lệ nước/ vữa (ml/g)	Thời gian đông cứng (phút)	Sự đông cứng giãn nở (%)	Độ bền nghiền khô (psi)
0,45	3,25	0,51	3800
0,60	7,25	0,29	2600
0,80	10,50	0,24	1600

Thời gian làm đặc hay thời gian đông rắn thạch cao có thể được điều chỉnh trong các giới hạn hẹp và độ bền thu được nhanh hơn. Với các lý do này, thạch cao có thể được sử dụng để tách nước trong các giếng khoan dầu, để lấp mô khí, để trát tường và cho các sản phẩm đúc. Trong công nghiệp gốm sứ, thạch cao cũng cho phép đúc chính xác các kim loại, hợp kim và tái sản xuất các kết cấu sáp để tổng hợp chất hàn răng.

Lượng giãn nở và co ngót được khống chế bằng cách thêm cristobalite, hỗn hợp được tính toán để thu được thể tích không đổi trong khoảng nhiệt độ xem xét. Thành phần cũng có thể được điều chỉnh cho hợp với sự co của vàng hay các hợp kim tương tự. Bề mặt nhẵn bóng của thạch cao cho phép tái sản xuất các chi tiết nhỏ. Thạch cao còn tạo thành một lớp phủ chịu lửa với giá trị cách điện cao trên cấu trúc thép. Vữa khối lượng nhẹ được sử dụng để cách nhiệt và cách âm. Kim loại đúc có thể được tạo thành từ phản ứng của thạch cao làm ẩm với natrisilicat.

6.1.2.4. Xi măng chứa nhôm oxit cao

Xi măng canxialuminat là xi măng có tỷ lệ nhôm oxit cao được ứng dụng trong bê tông chịu lửa thay cho xi măng canxi silicat bị vỡ ở nhiệt độ tương đối thấp, ví dụ 270°C . Các xi măng canxi aluminat không tinh khiết thông thường được chế tạo nhờ nấu chảy đá vôi và quặng bauxit, về cơ bản có tỷ lệ $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} = 1$, thường chứa 20% tạp chất, chủ yếu là sắt oxit và silic như là chất trợ dung.

Canxi aluminat được chế tạo từ đá vôi chất lượng cao và nhôm oxit nhờ nghiền và nung chứa ít hơn 2% tạp chất và có thể được sử dụng trên 1650°C . Xi măng này bền nhiệt gấp 2-6 lần và chịu lửa cao hơn 10-18 lần so với xi măng canxi aluminat thương mại. Nó có thể được bảo quản trong một năm mà không bị hỏng, bền ăn mòn.

6.1.3. Xi măng hỗn hợp

6.1.3.1. Xi măng bột kim loại

Matit và các thành phần hàn gắn có chứa bột sắt được sử dụng trong các lò sưởi tự động, vỏ bọc sắt và ống nổi. Quá trình đông rắn diễn ra do sự ăn mòn sắt và kết tinh các chất rắn cung cấp độ bám dính giữa bề mặt dán và các hạt sắt còn lại. Các xi măng như vậy thường có cường lực không cao, không chịu axit. Một công thức đơn giản để sử dụng với sắt rèn là bột sắt 62%, NH_4Cl 1% và H_2O 37%.

6.1.3.2. Xi măng chì oxit

Hỗn hợp glycerin và chì oxit được sử dụng như lớp bọc bảo vệ thủy tinh xenlulo chống lại axit cũng như sơn bền hydrocacbon để sửa chữa van ống, thủy tinh, đồ gốm sứ, đường ống dẫn khí amoniac. Hỗn hợp 1 phần glyxerol pha loãng nhẹ với 2 hoặc 3 phần PbO , cần khoảng 1 ngày để tạo

thành một hợp chất tinh thể. Xi măng sẽ chịu được axit yếu và axit nitric nhưng phản ứng với axit sunfuric

6.1.3.3. Xi măng lưu huỳnh

Lưu huỳnh lỏng được để kết tinh như một lớp xi măng, có thể bị tấn công do thay đổi nhiệt độ đột ngột. Bổ sung các kết cấu phân cấp làm giảm thể tích thông thường từ 12% xuống còn khoảng 4%. Xi măng chỉ có thể được sử dụng ở nhiệt độ dưới 93°C bởi làm tăng hệ số giãn nở khi lưu huỳnh hình thoi chuyển thành lưu huỳnh đơn tà ở 96°C . Điểm chảy của lưu huỳnh thấp 110°C . Dạng λ có tỷ lệ lớn hơn trong lưu huỳnh nóng chảy ở nhiệt độ khoảng 160°C có độ bền liên kết thấp hơn, trái lại các tinh thể hình kim dạng μ thường thấy ở nhiệt độ dưới 140°C thì bền hơn.

Xi măng lưu huỳnh đông rắn nhanh ở nhiệt độ thấp và có độ bền cao với nhiều hóa chất. Các tính chất cơ lý được cải thiện nhờ thêm vào than đen mịn và polysulfua. Xi măng lưu huỳnh có độ bền kéo khoảng 600psi và vẫn có độ bền 199,58kg khi giữ trong nước 2 năm ở 70°C .

Ứng dụng đáng chú ý của xi măng lưu huỳnh là trong bể chứa hỗn hợp axit nitric và axit hydrofluoric ở 72°C . Đối với axit hữu cơ, axit oleic phá hủy ở nhiệt độ cao hơn. Xi măng lưu huỳnh không bền với tác nhân oxy hóa và ít chịu được bazơ mạnh hay vôi nếu sử dụng liên tục. Xi măng lưu huỳnh dính tốt với kim loại, đặc biệt tốt đối với đồng. Nó có độ bền bám dính 30-37psi đối với sành.

6.1.3.4. Các xi măng ôxit, nitrit...

Các nỗ lực nhằm tăng giới hạn nhiệt độ cho gạch chịu lửa đã được tập trung làm tăng độ tinh khiết và tính hoàn thiện của vật liệu kết tinh. Nhiều tác nhân liên kết không bắt lửa như axit photphoric hay tinh bột thường được sử dụng, tuy nhiên nhiều nghiên cứu thường đi vào kết tinh lại bản thân vật liệu. Mullit chịu lửa có chất lượng cao được tạo ra nhờ liên kết với mullit tạo thành khi đốt nóng một lượng dư silic trong nguyên liệu ban đầu và thêm Al_2O_3 tới 1700°C . Các mảnh zirconium được ép với tinh bột và keo nước để tạo liên kết ban đầu. Chúng được nén thủy tĩnh và nung ở 1750°C . Liên kết zirconium được tạo thành nhờ thêm zirconium oxit và silic được phân tán mịn trong kết cấu cát zirconium. Đối với zirconium được sử dụng để ép hay lèn, axit photphoric, zirconium clorua hay sunfua có thể được sử dụng làm chất liên kết.

Silic nitrit có độ bền nhiệt độ cao và chịu được thay đổi nhiệt đột ngột. Nó bền với nhôm nóng chảy ở 980°C trên 3000 giờ và cũng bền với hầu hết các axit. Nitrit được liên kết với silic cacbua chịu lửa thực tế không trải qua sự thay đổi thể tích giữa trạng thái khô và chưa xử lý. Hệ số giãn nở nhiệt ở 1500°C là $6,7.10^{-6}$, modun thấp hơn, đứt gãy ở 1350°C là 5000-7000psi. Các liên kết có chiều dày 0,001inch giữa thép không gỉ và các nền gốm có thể được tạo ra từ hỗn hợp thủy tinh gốm để chịu được sức căng vượt quá 1000psi trong 1000giờ ở nhiệt độ trên 540°C .

6.2. Gốm và các keo dán nhiệt độ cao khác

Những tiến bộ vượt bậc trong lĩnh vực tên lửa, nhiên liệu máy bay và năng lượng nhiệt nguyên tử đòi hỏi phải có các keo dán cấu trúc bền nhiệt cao. Gốm sứ và vật liệu vô cơ đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển này. Một số hỗn hợp gốm sứ thỏa mãn yêu cầu làm keo dán sau khi được làm chín trong khoảng nhiệt độ từ $538-1093^{\circ}\text{C}$. Các keo dán có độ bền kéo liên kết cao đã được phát triển trong khoảng từ 2000-5000psi ở nhiệt độ phòng, duy trì 1000-3000psi ở 538°C .

Hiện nay keo dán nền hữu cơ mới đặc biệt là keo dán có cấu trúc nano đã cung cấp các liên kết keo dán với độ bền cao hơn, đơn giản trong kiểm soát chất lượng và công nghệ có giá thành thấp. Các ứng dụng điển hình là: thân xe tải, mặt bàn, đai phanh, thiết bị gốm, cấu trúc máy bay, vỏ động cơ phun và thân motor tên lửa. Các keo dán cấu trúc này là sự kết hợp của epoxy phenolic, vinyl phenolic, cao su nitrin - phenolic, nylon - phenolic... và vật liệu vô cơ.

6.2.1. Các chất hữu cơ

Keo dán polyme hữu cơ được phát triển để chống lại sự tiếp xúc thời gian ngắn ở nhiệt độ trên 260°C . Ví dụ, độ bền kéo đứt 2000-3000psi đạt được ở nhiệt độ phòng sẽ duy trì khoảng 50% sau 10phút ở 371°C và khoảng 20% sau 10 phút ở 538°C . Đa số các chương trình phát triển keo dán hữu cơ lớn liên quan đến việc tổng hợp các chất độn đặc biệt (oxit kim loại ...) và các phụ gia để cung cấp liên kết phân tử chặt hơn trong đó các loại oxit có kích thước nano đã được sử dụng trong keo dán tạo ra các loại keo có tính năng cơ lý và bền nhiệt cao.

6.2.2. Các vật liệu nửa hữu cơ và vô cơ

Các keo dán polyme nửa hữu cơ phát triển gần đây đã cung cấp độ bền cấu trúc tới hơn 538°C trong các khoảng thời gian ngắn. Các hệ hứa hẹn

nhất là phenolic biến tính, ví dụ, chất độn vô cơ epoxy - phenolic và silicon - phenolic. Phenolic không biến tính tạo lưới chặt chẽ rất có thể không phân huỷ oxy hóa trong khi đó chỉ riêng epoxy liên kết ngang yếu cũng trở thành nhựa nhiệt dẻo ở nhiệt độ cao hơn. Các epoxy - novolac chuyển hóa thành các polyme tạo lưới chặt chẽ với tác nhân đóng rắn như melamin (hợp chất nửa vô cơ) và asen oxit (hợp chất vô cơ). Các keo dán vô cơ khác gồm natri silicat, xi măng Pooclant, magie oxy clorua, magie oxy sunfua, thạch cao và gốm.

6.2.3. Gốm

Một công nghệ phát triển ấn tượng trong những năm gần đây là trong lĩnh vực keo dán gốm. Để có độ bền liên kết cao, nên sử dụng keo dán liên kết gốm - oxit dạng thủy tinh. Tuy nhiên, các liên kết này có độ bền ẩm thấp và thường bị giới hạn khả năng ứng dụng. Gần đây, vấn đề này đã được khắc phục nhờ một công nghệ vật liệu mới.

Khi các cermet (gốm/ kim loại) được dùng trực tiếp như keo dán, chúng cũng chịu lửa, tuy nhiên, nếu các vật liệu là thành phần đất mịn kết hợp trong nền thủy tinh thì chúng trở nên phù hợp cho keo dán cấu trúc.

Quá trình chung để điều chế keo dán gốm không phức tạp nhưng đòi hỏi phải thực hiện chi tiết. Ví dụ một công thức có chứa 25% khối lượng silic, 9% natri nitrat, 65% axit boric, và 1% oxit sắt. Các mẻ từ 1000-2000g được tổng hợp nhờ đun nóng chảy trong nồi nấu tới khoảng 1316°C và thêm khoảng một nửa vật liệu thô đã trộn, đun nóng hỗn hợp khoảng 20 phút đến khi ngừng tạo bọt sẽ thêm hỗn hợp còn lại. Sau khi giữ hỗn hợp ở bể, tiếp tục đun nóng 60-90 phút đến khi hết sạch bọt. Nhiệt độ nồi nấu chảy thay đổi từ $538-2482^{\circ}\text{C}$.

Thủy tinh nấu chảy sau đó được tôi trong thùng nước lạnh. Hỗn hợp cứng tạo thành được làm khô và nghiền trong máy nghiền bi đến kích thước đồng nhất. Sau khi thêm một lượng oxit nhất định (hay các chất độn khác), nghiền bằng máy nghiền bi và men được tạo thành có thể được dùng làm gốm mộc hay phun trên các tấm kim loại để được liên kết. Các tấm kim loại được làm sạch riêng (tẩy dầu mỡ). Ảnh hưởng của điều kiện bề mặt kim loại nền tới độ bền cắt của keo dán gốm gần như là rõ ràng. Kết quả đã chỉ ra rằng oxy hóa trước chất nền làm tăng đáng kể độ bền. Gia nhiệt trước kim loại trong khoảng nhiệt độ 177°C thu được gốm bám chắc hơn.

Khi liên kết kim loại - kim loại hình thành trong khoảng áp suất từ 2-15psi, nó được phát triển với khoảng nhiệt độ làm chín từ $538-$

1093°C. áp suất và nhiệt độ phụ thuộc vào thành phần keo dán, tính chất, kiểu kim loại, kiểu cấu trúc và chiều dày đường liên kết của keo dán. Thời gian ở nhiệt độ chín có thể từ vài phút đến dưới 1 giờ. Giai đoạn cuối cùng là làm lạnh ở tốc độ được kiểm soát để loại bỏ ứng suất nội.

Một cải tiến quan trọng là giảm nhiệt độ chín của hệ keo dán thủy tinh từ 1093°C xuống đến 538°C. Các công nghệ khác cũng được dùng, ví dụ sử dụng các phụ gia hạ thấp điểm chảy (chì oxit và barioxit) và men sử dụng điểm chảy thấp. Các hợp chất khác trên cơ sở chì silicat thủy tinh hóa với những lượng khác nhau của natri oxit và titan oxit.

Mặt khác, để tạo ra các liên kết có độ bền cao trên 1093°C, các thành phần gốm đòi hỏi nhiệt độ chín tối thiểu 1760°C. Do vậy các nồi nấu bền hơn và chịu nhiệt độ cao hơn là rất cần thiết để điều chế keo dán thủy tinh.

Sự đông cứng trong không khí và hệ đóng rắn nhiệt thấp là hệ gốm có giá trị. Các keo dán gốm kiểu photphat nhôm có thể cung cấp độ bền chín ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ trên 316°C. Các hệ keo dán đóng rắn trong không khí khác có chứa khoảng 30% khối lượng sắt oxit.

Các phụ gia kim loại trong thành phần gốm thúc đẩy quá trình oxy hóa khi đông cứng do không có sự bảo vệ, bị cháy trong không khí. Sự bề gãy hay nứt khi làm lạnh thu được bề mặt không đồng đều. Nói cách khác, các oxit như sắt II oxit, nhôm oxit, bari oxit và đồng oxit trong keo dán gốm nói chung làm tăng các tính chất vật lý, Al_2O_3 cũng góp phần làm tăng độ xốp.

Độ bền thay đổi thường không rõ như khi các phép thử tiến hành ở nhiệt độ cao. Thêm khoảng 5% bột kim loại như nhôm, đồng, silic, cacbonyl sắt hay phụ gia cacbonyl niken vào men keo dán gốm không làm thay đổi đáng kể độ bền cắt ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên sự thay đổi diễn ra đáng kể với cacbonyl sắt khi phép thử được tiến hành ở 427°C.

Các hệ keo dán bao gồm sự kết hợp kim loại và oxit có thể phản ứng toả nhiệt khi cháy. Sản phẩm thu được là các oxit bền và kim loại kém hoạt động. Một hỗn hợp đặc trưng chứa 45% thủy tinh và 55% đồng. Thành phần thủy tinh bazơ là 17,7% Na_2O ; 2% B_2O_3 (borat); 16,4% SiO_2 , 6,4% BaO , 59,5% CuO . Các hệ kim loại - thủy tinh khác có công thức cơ bản 5,3% Mg + 79,8% Cu_2O + 9,9% SnO_2 + 5,0% Pi .

Ứng suất va chạm không phẳng được giảm thiểu nhờ sử dụng keo dán với sự giãn nở nhiệt tương tự với kiểu thép không gỉ pH 1,7-7. Các công

thức keo dán cơ bản trên cơ sở Ti - Na - borosilicat - thủy tinh có thể được áp dụng. Thủy tinh được nấu chảy ở nhiệt độ 1260°C . Chu kỳ chính là 954°C trong 20 phút với đường liên kết keo dán dày 15mm.

Các keo dán gốm bền ẩm có thể gây ra sự hư hỏng do bị ăn mòn bề mặt liên kết với kim loại hay phụ gia kim loại trong thành phần gốm. Thêm khoảng 30% oxit sắt, sau khi đã xử lý nhiệt trong 1 giờ ở 538°C , thu được một số thành công, tuy nhiên, độ bền cắt thấp hơn. Các thành phần như SiO_2 (38 phần), Na_2O (5 phần), B_2O_3 (57 phần) có thể được làm không tan hay hòa tan ít trong nước nhờ thêm khoảng 5% khối lượng CaO . Các phụ gia khác cho lợi ích tương tự là Al_2O_3 , ZnO và BaO . Độ bền kéo đứt chỉ phụ thuộc vào áp lực đường liên kết tới giới hạn mà áp lực liên kết ảnh hưởng tới chiều dày đường liên kết thu được.

Phát triển trong lĩnh vực keo dán gốm vẫn được tiếp tục nhằm thu được keo dán mong muốn với sự kết hợp tốt nhất tính tương hợp hóa học, sự giãn nở nhiệt, nhiệt nấu chín hay đốt cháy thấp, bền và giá thành phù hợp. Ví dụ một công thức có độ bền cao chứa 70,4 phần khối lượng thủy tinh, 1,4 phần keo silic, 28,2 phần nước, 10 phần bột kim loại (cacbonyl sắt). Hỗn hợp thủy tinh có thể chứa 38 phần SiO_2 , 5 phần Na_2O , 57 phần B_2O_3 .

Phần II

CÁC DẠNG KEO DÁN VÀ CÔNG NGHỆ DÁN

Chương VII

CÁC LOẠI KEO DÁN

7.1. Keo dán nước

Tất cả các keo dán phải chảy để sử dụng và dán. Các vật liệu tạo thành màng keo rắn có thể được làm chảy nhờ hòa tan hay phân tán chúng trong các dung môi hữu cơ hay nước. Vật liệu nhiệt dẻo được làm chảy nhờ nhiệt hay với nhiệt và áp suất. Một số vật liệu lỏng ở nhiệt độ phòng có thể chuyển thành vật liệu rắn nhờ phản ứng hóa học như trùng hợp hay ngưng tụ. Ngoài các keo dán được tổng hợp từ các vật liệu có khả năng phân tán trong nước hay dung môi, còn có các kiểu 100% rắn như keo dán nóng chảy, matit, băng dính, monome, epoxy, polyeste, polyurethan, polysulfua và cao su polycloropren (neopren) cũng như cao su cán trắng và các hợp chất nhựa.

- Keo dán nước dạng dung dịch:

Keo dán nước được chế tạo từ vật liệu chỉ có thể phân tán hay hòa tan trong nước. Keo dán động vật, tinh bột, dextrin, albumin máu, albumin trứng, methyl xenlulo và polyvinyl ancol đều thuộc loại này. Các vật liệu keo dán khác có thể hòa tan hay phân tán trong nước bằng phương pháp kiềm. Casein, nhựa thông, cánh kiến, copolyme của vinyl axetat hay acrylat chứa nhóm cacboxyl nhờ sử dụng axit crotonic, axit metacrylic hay anhydrit maleic và cacboxyl methyl xenlulo là các ví dụ loại này.

Nhiều keo dán được tổng hợp từ phân tán nước hay nhũ tương được gọi là latex. Trong những năm gần đây, nhựa tổng hợp phân tán nước và cao su thu được từ quá trình trùng hợp nhũ tương cũng được gọi là latex. Ngoài cao su tự nhiên, latex bao gồm styren - butadien, nitrin, polyme nhũ tương cloropren, cao su tổng hợp và vinyl axetat, axit acrylic, axit metacrylic, vinyl clorua, vinylidene clorua và nhựa tổng hợp, polyme nhũ tương styren... Phân tán nước cũng được thực hiện nhờ nhũ hóa hay phân tán cao su rắn hay nhựa. Phân tán cao su tái sinh, cao su butyl, nhựa thông, dẫn xuất nhựa thông, asphal, nhựa đường gốc than cũng như nhựa tổng hợp dẫn xuất từ nhựa đường gốc than và dầu mỏ cũng được thực hiện bằng phương pháp này. Ure focmandehyt và nhựa phenol focmandehyt cũng được tổng hợp và bán dưới dạng phân tán nước.

Keo dán nước trừ, khi được áp dụng dưới dạng chất hàn gắn nhiệt dẻo hay lớp phủ keo dán tiếp xúc, được sử dụng trong những ứng dụng mà ít nhất một bề mặt thấm nước hay hơi nước. Nếu sử dụng cả hai bề mặt không thấm nước thì keo dán không bao giờ khô hay phát triển độ bền liên kết. Một ngoại lệ là loại keo dán nước đông rắn nội được tổng hợp từ xi măng Pooclant và latex cao su tự nhiên hay tổng hợp. Đây là keo dán hai thành phần được trộn ngay trước khi sử dụng. Nước có mặt bị hấp thụ bởi xi măng để đông rắn.

- Keo dán nước dạng nhũ tương: Các tính chất quan trọng của nhựa hay latex cao su cho keo dán là: % chất rắn hay chất không bay hơi, độ nhớt, chất nhũ hóa được sử dụng, sức căng bề mặt, pH, kích thước hạt và phân bố kích thước hạt, nhiệt độ tạo màng, độ bền cơ học.

Trong latex hay phân tán, polyme lơ lửng trong nước. Mỗi hạt được tách rời hay bảo vệ khỏi các hạt bên cạnh bởi lớp chất nhũ hóa hay keo bảo vệ.

Hàm lượng rắn 40% hay cao hơn với độ nhớt nhỏ hơn 1000cps có thể thu được dễ dàng, không liên quan tới trọng lượng phân tử của pha phân tán. Bảng 7.1 chỉ ra các hệ phân tán polyme đặc trưng được sử dụng cho keo dán cùng với chất rắn, độ nhớt và khoảng pH.

Bảng 7.1. Hàm lượng rắn, độ nhớt và pH của latex sử dụng cho keo dán

Polyme	% rắn	Độ nhớt (cps)	pH
Cao su tự nhiên			
Thông thường	38-41	<25	10.5
Ly tâm	>61.5	50	10.2
Dạng kem	>64	50	10.5
Làm đặc bằng nhiệt	72-74	(hồ)	11-11.5
Neopren	50-58	8-35	12.2-12.5
Cao su butyl	55	900	5-6
Cao su SBR			
Hàm lượng rắn cao	>55	200-2500	10-11.5
Hàm lượng rắn trung bình	39-55	15-300	10-11.5
Hàm lượng rắn thấp	24-27	8-20	9-11
Nitrin	40-55	12-200	8.5-11
Nhựa styren-butadien	45-50	10-80	9.0-11.5
Polyvinyl clorua	50-55	20-100	8.0
Copolymer vinyliden clorua	50-52	20-50	6-8
Polyacrylic	47-55	25-47	7.0-9.5
Polyvinyl axetat	55	800-1500	4-5

Kiểu và lượng chất nhũ hóa hay keo bảo vệ có ảnh hưởng lớn đến tính chất latex, lượng lớn sẽ làm giảm khả năng chịu nước, lượng ít hơn có thể cho độ bền thấp. Nhũ tương có thể bị phá vỡ hay bắt đầu đông tụ khi bơm hoặc tách pha khí bảo quản trong thùng chứa. Độ bền kém hơn đôi khi lại có lợi khi cần keo dán phá vỡ nhanh hay đông rắn nhanh.

Chất hoạt động bề mặt thường được dùng trong khi sản xuất nhằm giảm sức căng bề mặt sao cho nước có thể làm ướt pha phân tán. Có ba kiểu: anion, không ion và cation. Hầu hết các latex được tạo thành với chất nhũ hóa anion và các latex này cùng với một vài kiểu được tạo thành từ các loại không ion được sử dụng cho keo dán. Các chất nhũ hóa cationic thường không được sử dụng trong keo dán nhưng nhũ tương asphan cationic có khả năng làm ẩm và có tính chất keo dán tốt. Nhũ tương polyvinyl axetat không ion đã được sử dụng rộng rãi làm keo dán. Cao su tự nhiên và tổng hợp cũng như các loại nhựa khác là anionic.

Một vài chất hoạt động bề mặt có thể gây tạo bọt khi sử dụng. Các hợp chất chống bọt hay phá vỡ bọt thường được thêm vào keo dán nước.

Nhũ tương và các keo dán nước khác có thể bị đông đặc khi tiếp xúc trong thời gian đủ dài ở nhiệt độ thấp. Hợp chất hạ thấp điểm đông đặc của nước được sử dụng để hạ thấp điểm đông đặc của keo dán. Một keo dán nước không bị hỏng khi đông đặc. Khi tan trở lại trạng thái lỏng chúng vẫn thỏa mãn và có thể sử dụng. Tuy nhiên nhũ tương hay phân tán có thể bị hỏng bất thuận nghịch do đông đặc. Một số chất hoạt động bề mặt có thể cải thiện độ bền đông đặc - hóa lỏng. Tốc độ đông đặc, nhiệt độ tối thiểu đạt được và khoảng thời gian trong chu kỳ đông đặc đều liên quan đến số chu kỳ đông đặc - hóa lỏng mà một keo dán nhũ tương sẽ trải qua. Một keo dán chống chịu được 5 chu kỳ với 16 giờ đông đặc và 8 giờ ở nhiệt độ phòng có thể không chịu được một chu kỳ 5 ngày đông đặc và một ngày hóa lỏng.

Sự giãn nở có thể xảy ra trong khi đông đặc gây hỏng thùng chứa. Keo dán đông đặc phải được giữ trong vùng ẩm trong nhiều giờ tùy thuộc kích thước bao gói trước khi nó được làm đủ ẩm để sử dụng.

pH của nhũ tương cũng như kiểu chất nhũ hóa cũng quan trọng đối với công thức keo dán để biết được kiểu phụ gia nào hay thành phần biến tính nào được sử dụng. pH và kiểu chất nhũ hóa cũng có thể ảnh hưởng tới ứng dụng và độ bền liên kết khi keo dán được áp dụng cho một số kiểu bề mặt dán hoạt động.

Nhũ tương có kích thước hạt mịn hơn sẽ có độ nhớt cao hơn và nói chung bền hơn cả khi đóng gói và trong khi sử dụng. Khi trộn hợp nhựa hay cao su latex trong keo dán, thường cần phải tăng độ

nhớt. Ví dụ, khi chỉ cần lượng nhỏ chất rắn, chất làm đặc có thể thêm vào nhũ tương polyme pha loãng với lý do kinh tế. Độ nhớt cao có thể cần thiết cho những keo dán được sử dụng trên bề mặt xốp và hấp thụ. Độ nhớt cũng ảnh hưởng tới khối lượng phủ của keo dán khi được áp dụng bằng trục lăn cơ học.

Chất làm đặc được sử dụng rộng rãi cho nhũ tương anionic là casein, bentonit, metyl xenlulo và natri polyacrylat. Polyvinyl ancol được dùng để làm đặc nhũ tương polyvinyl axetat không ion. Hầu hết chất làm đặc latex làm tăng độ nhớt nhờ kết tụ các hạt phân tán rời ở mức độ nhất định. Khi hợp phần được làm đặc tới vài trăm centipose hay thấp hơn, có nguy cơ phá độ bền. ở độ nhớt cao hơn, các chất làm đặc thường cải thiện độ bền.

Nhiệt độ của keo dán và bề mặt dán là quan trọng đối với keo dán nhũ tương. Một số nhũ tương nhựa khi được dùng mà không có chất dẻo hóa không tạo màng liên tục ở nhiệt độ phòng thường có thể tạo màng gián đoạn ở nhiệt độ thấp hơn. Một kiểu keo dán polyvinyl axetat khi sử dụng ở nhiệt độ 4-10°C để dán gỗ chỉ thu được một phần độ bền liên kết so với khi keo dán và gỗ ở 21°C hay cao hơn.

Nhũ tương và keo dán được làm từ nhũ tương thay đổi rất rộng khả năng chống đông tụ khi chịu trượt cơ học. Tính ổn định độ bền cơ học có thể được xác định khi đưa một lượng nhũ tương dưới những điều kiện tiêu chuẩn tới tốc độ trượt cao trong thiết bị trộn. Chất hoạt động bề mặt và keo bảo vệ được sử dụng để cải thiện độ bền với tác động cơ học.

7.2. Keo dán dung môi

Cao su tự nhiên, tổng hợp và nhựa tổng hợp hòa tan trong dung môi hữu cơ do đó được gọi là keo dán, dung dịch nhựa hay sơn. Ngoài các chất này, nhiều dẫn xuất xenlulo như nitro xenlulo, etyl xenlulo và xenlulo axetat butyrat được dùng để điều chế keo dán dung môi. Keo dán dung môi cũng được làm từ cao su vòng hóa, cao su clo hóa, polyvinyl ete, cao su butyl, polyamit và polyisobutylene. Polyurethan trọng lượng phân tử thấp và epoxy có thể được sử dụng mà không cần dung môi nhưng loại trọng lượng phân tử cao cần dung môi để có thể áp dụng.

Các dung môi hay dung dịch chứa lượng nhỏ nhựa được sử dụng để dán một số loại nhựa nhiệt dẻo và màng. Ví dụ, toluen có thể được dùng để làm mềm hoặc hòa tan các vật được đúc polystyren sao cho hai mảnh mềm được dính với nhau. Màng vinyl clorua có thể được dán tương tự nhờ sử dụng dung môi xeton hòa tan màng. Lượng nhỏ nhựa có thể dùng

để làm đặc dung môi sao cho một lượng còn lại đủ để hòa tan chất nền tuy nhiên dung môi hàn của nhựa đúc có thể gây ra ứng suất gây và làm yếu cấu trúc khi các phần lão hóa.

Một loại phân tán trên cơ sở dung môi khác là sol hữu cơ. Ở đây nhựa copolyme vinyl clorua được phân tán trong chất dẻo hóa thích hợp không bay hơi và dung môi. Để sử dụng, dung môi được bay hơi, màng còn lại được gia nhiệt tới khoảng 177°C . Nhiệt làm cho nhựa hòa tan trong chất dẻo hóa, thu được màng bền và đàn hồi khi làm lạnh xuống nhiệt độ phòng.

Ba thành phần chính là một elastome cung cấp pha đàn hồi, chất tăng dính và chất mang. Các keo dán nhạy áp sớm nhất đã được sử dụng là cao su tự nhiên được làm dính bằng nhựa thông hay sau này là ZnO. Từ cao su tổng hợp và các polyme khác, các công thức có giới hạn lớn hơn nhiều các elastome phế thải bao gồm cao su butyl, cao su SBR, polyisopren và gần đây nhất là cao su nhiệt dẻo là các copolyme khối của styren với butadien hay isopren cũng như các polyme acrylic. Các elastome silicon sẵn có với những ứng dụng chuyên môn, đặc biệt sử dụng ở nhiệt độ cao. Các vinylate và polyisobutylene có thể được sử dụng vừa là elastome vừa là chất tăng dính. Nhiều loại trong số này không tương hợp và khi cần các tính chất trung gian, chúng thường đạt được nhờ trộn hợp các đồng đẳng cùng nhóm hay các nhóm có liên quan.

Nhựa tăng dính chủ yếu là hai loại: dẫn xuất nhựa thông và nhựa hydro cacbon. Gôm nhựa thông không được sử dụng rộng rãi có thể mất độ bám dính do nhiệt hay quá trình lão hóa oxy hóa. Các dẫn xuất bền được tạo ra nhờ hydro hóa hay este hóa và chúng được sử dụng rộng rãi như chất tăng dính. Nhựa hydrocacbon hiện nay thường là béo, thơm hay tecpen cho dù hỗn hợp của chúng hay một số loại chuyên dụng có thể thích hợp. Không có hướng dẫn phổ biến để lựa chọn và một ý tưởng tốt thử và lỗi có thể cần thiết để đạt tới sự kết hợp lý tưởng elastome, chất tăng dính và tỷ lệ. Ngoài ra, chúng có thể khác nhau giữa các ứng dụng, tùy thuộc vật liệu ứng dụng cuối cùng có dính, bóc hay trượt không.

Các keo dán dẫn xuất từ xenlulo được sử dụng trong rất nhiều ứng dụng khác nhau yêu cầu kinh tế để dán các chất nền xốp. Các ứng dụng và công thức đặc biệt của các keo dán ete và este xenlulo khác nhau như sau:

- *Xenlulo nitrat*: với giá trị mức độ thế (DS) từ 1,8-2,3 được sử dụng trong chất dẻo, sơn lót, lớp phủ và keo dán. Ứng dụng phổ biến nhất như một keo dán dưới dạng chất gắn kết dùng trong gia đình cho mục đích chung, trong đó nitrat và một chất dẻo hóa được hòa tan trong hỗn hợp dung môi hữu cơ xeton-este. Khi áp dụng cho chất nền, dung dịch mất dung môi nhanh chóng để tạo thành màng trong suốt, dai và bền ẩm. Các màng nhiệt dẻo này có nguy cơ mất màu khi tiếp xúc ánh sáng mặt trời và rất dễ bắt cháy.

- *Xenlulo axetat*: là este quan trọng nhất được tạo ra từ xenlulo, tuy nhiên, ứng dụng của nó trong keo dán bị giới hạn. Cả triaxetat (DS lớn hơn 2,75) và axetat bậc hai (DS = 2,4-2,6) đều được sử dụng trong công nghiệp chất dẻo và dệt. Triaxetat tan trong hỗn hợp dung môi hữu cơ và axetat bậc hai tan trong axeton. Xenlulo axetat chịu nhiệt hơn xenlulo nitrat nhưng lại chịu nước kém hơn và có xu hướng giòn khi lão hóa.
- *Xenlulo axetat butyrat*: sử dụng hỗn hợp ete - xenlulo axetat butyrat giúp khắc phục một số khó khăn khi sử dụng xenlulo axetat như một keo dán. Xenlulo axetat butyrat tan nhiều hơn trong dung môi hữu cơ so với trong axetat tinh khiết và nó tương hợp hơn với các chất dẻo hóa thông thường. Nó có thể được áp dụng dưới dạng keo dán nóng chảy hoặc trong dung môi. Do xenlulo axetat butyrat bền dầu mỡ nên nó được sử dụng trong hồ giấy và lớp phủ để làm cho giấy bền hơn khi nhuộm màu.
- *Metyl xenlulo*: có DS thấp (0,4-0,6) tan trong dung dịch NaOH loãng. Khi mức độ thế tăng, metyl xenlulo trở lên tan trong nước (DS = 1,3-2,6). Các dẫn xuất thường được sử dụng nhất có DS = 1,2-2 thu được độ tan trong nước lạnh và độ bền trong dung dịch ở pH = 2-12. Khi làm khô, dung dịch metyl xenlulo cho màng trong, không mùi, không vị, chịu dầu cũng như dung môi hữu cơ. Metyl xenlulo được sử dụng để phủ và hồ giấy tạo độ bền dầu mỡ, trong gốm như một chất gắn kết, như một hồ nhuộm màu cho nền và trong keo dán để làm khô da. Ứng dụng cuối cùng đem lại ưu điểm thực tế là khi gia nhiệt, metyl xenlulo làm đặc thuận nghịch. Do đó, da sống gắn vào trục cuốn trong quá trình làm khô được loại bỏ dễ dàng khi khô.
- *Etyl xenlulo*: trái với metyl xenlulo, etyl xenlulo thường được tổng hợp ở dạng tan trong dung môi hữu cơ của nó với DS = 2,3-2,6. Màng etyl xenlulo là nhiệt dẻo, chúng chịu muối và kiềm. Do tan trong dung môi hữu cơ, chúng có xu hướng trương rất ít khi có mặt nước. Độ bền của etyl xenlulo với sự phân hủy hóa học khiến nó được sử dụng trong màng, sơn lót và keo dán. Trong keo dán, etyl xenlulo có thể áp dụng trong dung môi hay dưới dạng nóng chảy.
- *Cacboxymetyl xenlulo (CMC)*: thường dưới dạng muối natri là xenlulo ete được sử dụng rộng rãi nhất. CMC tan trong nước với DS = 0,4-1,2 trong những ứng dụng thông thường. Ban đầu nó được sử dụng để thay đổi gồm tự nhiên trong keo dán nhưng nó đã được phát triển nhiều ứng dụng của bản thân nó. Natri cacboxymetyl xenlulo dễ tan trong nước do bản chất ion của nó, ứng dụng lớn nhất là chất tẩy rửa giặt là, trong đó, nó giúp phân tán các hạt đất khi giặt. Độ bền dầu mỡ và đất làm cho CMC rất có ích trong hồ sợi, như một chất đầy đất.

Do CMC hoàn toàn không độc, nó được sử dụng trong nhiều ứng dụng thực phẩm, trong đó ái lực của nó với nước ngăn quá trình làm khô của sản phẩm. Cho dù nó thường không được sử dụng nhiều như một keo dán nhưng nó vẫn được sử dụng trong keo dán như một chất làm đặc.

- *Hydroxyetyl xenlulo*: Hydroxyetyl xenlulo với giá trị MS > 1,6 thì tan trong nước nóng hoặc nước lạnh; MS = 2,3-2,6 thì tan trong dung môi hữu cơ. Hydroxyetyl xenlulo tạo thành màng bền dầu mỡ, duy trì độ trong suốt theo thời gian. Nó được sử dụng như một keo dán trong bìa tạo nếp, gỗ dán và nền, như một tác nhân hồ và gắn kết trong các sản phẩm giấy. Cho dù không được sử dụng trực tiếp trong thực phẩm nhưng hydroxyetyl xenlulo vẫn được sử dụng như một keo dán trong các vật liệu bao gói thức ăn.

Các polyme chủ yếu cho keo dán nước và dung môi được chỉ ra trong bảng 7.2.

Bảng 7.2. Các polyme chính cho keo dán nước và dung môi

Nước

Tinh bột và dextrin
Keo
Albumin
Natri silicat
Cazein
Natri cacboxyl metyl xenlulo
Lignin
Polyvinyl ancol

Nước hay dung môi

Cao su tự nhiên
Cao su SBR
Cao su butyl
Cao su neopren
Cao su nitrin
Cao su tái sinh
Polyvinyl axetat và copolyme
Polyvinyl clorua và copolyme
Polyvinyl ete
Polyvinyliden clorua và copolyme
Polyacrylat và polymetacrylat
Polyamit

Asphan
 Ure focmandehyt
 Phenol focmandehyt
 Resorcinol focmandehyt
 Este nhựa thông
 Dung môi
 Nitroxenlulo
 Xenlulo axetat butylrat
 Cao su vòng hóa
 Polyisobutylen

7.3. Keo dán nóng chảy

7.3.1. Giới thiệu

Keo dán nóng chảy được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng nhưng ít khi được sử dụng để dán cấu trúc, vì chúng khó có thể cạnh tranh được với các loại keo dán khác về độ bền kéo. Ứng dụng cơ bản của chúng là trong bao gói, dán mép gỗ và nối gỗ dán. Có một số lý do quan trọng nên để sử dụng các hệ keo dán là:

- Dễ áp dụng nhờ thiết bị tốc độ cao.
- Hình thành liên kết chắc, vĩnh cửu, bền trong một vài giây sau khi áp dụng.
- Không gây ô nhiễm môi trường và giảm thiểu sự hao phí vì đây là hệ 100% rắn.
- Dễ gia công
- Không chứa các thành phần bay hơi cao hay dễ bắt lửa.
- Độ bám dính tuyệt vời.
- Các công thức có khả năng thích hợp với những đòi hỏi riêng (như màu, độ nhớt, nhiệt độ áp dụng và đặc tính hiệu quả).
- Hiệu quả về giá thành.

Keo dán nóng chảy là các tác nhân liên kết ở trạng thái rắn và thu được độ bền nhờ làm lạnh, trái ngược với các keo dán khác thu được ở trạng thái rắn nhờ bay hơi hay loại bỏ dung môi. Trước khi gia nhiệt, keo dán nóng chảy là một nhựa nhiệt dẻo, vật liệu 100% rắn. Nhiệt đưa vật liệu tới trạng thái lỏng và sau khi loại bỏ nhiệt, nó đông cứng nhờ làm lạnh. Loại nóng chảy cho khả năng dán gần như ngay lập tức, đặc biệt khi mối nối không được gắn trước hay các bề mặt nhẵn không thấm. Keo

dán nóng chảy, do đó, đặc biệt thích hợp cho những dây chuyền dán liên tục tốc độ cao.

Khi keo dán nóng chảy tiếp xúc gần với bề mặt được dán, lớp màng phân tử ở trên bề mặt chất nền này ngay lập tức đạt tới gần nhiệt nóng chảy, hơn nữa mức độ làm ướt cao của keo dán nóng chảy và bề mặt vật liệu diễn ra. Sau đó màng mất nhiệt trên diện tích đó và cân bằng nhiệt độ đạt được. Do keo dán tiếp xúc với khối lớn hơn nhiều so với bản thân nó, nhiệt độ của toàn hệ giảm tới điểm mà hỗn hợp chảy đông cứng thành chất rắn với độ bền kết dính đủ để giữ các màng với nhau.

7.3.2. Tại sao keo dán nóng chảy lại được sử dụng

Keo dán nóng chảy độc đáo bởi tốc độ tạo liên kết. Ngoài việc loại bỏ chi phí dung môi, việc giảm giá thành khi sử dụng keo dán nóng chảy là nhờ tiết kiệm thời gian do tốc độ tạo liên kết nhanh. Dây chuyền liên quan đến keo dán nóng chảy cần nhanh, do đó chúng hiếm khi được xem xét để áp dụng bằng tay.

Giá thành polyme và nhựa thường tăng theo độ bền. Độ bền keo dán cần không vượt quá độ bền các vật liệu được dán. Các vật liệu có độ bền thấp như giấy thường cần keo dán có giá thành và độ bền tương đối thấp. Sự lựa chọn chủ yếu là dựa trên giá thành hơn là chất lượng công nghệ.

7.3.3. Hợp phần keo dán nóng chảy

Có một loạt sự lựa chọn các loại sáp và nhựa tự nhiên và tổng hợp trọng lượng phân tử thấp được dùng như keo dán nóng chảy khi lập công thức. Trong số đó có: Nhựa coumaron inden; nhựa thông và dẫn xuất; sáp thực vật và sáp dầu mỏ; ankyt; nhựa tecpen và nhựa phenol focmandehyt bền nhiệt.

Tất cả các vật liệu này có độ bền thấp và dễ nóng chảy thành chất lỏng độ nhớt thấp. Để chuyển hóa thành keo dán có ích, chúng được gia cường hay tăng độ bền nhờ trộn hợp với tỷ lệ giới hạn các polyme trọng lượng phân tử cao được lựa chọn từ các hợp chất sau: etyl xenlulo; polyvinyl axetat và các dẫn xuất của nó; butyl metacrylat; polyetylen; polystyren và copolyme styren và polyisobutylen

Các keo dán hoàn thiện thường có chứa một vài phần chất dẻo hóa dạng lỏng, nhựa hay monome. Các asphan tự nhiên, thực vật và nhựa đường gốc than cũng đặc trưng cho các vật liệu keo dán nóng chảy. Các công thức này thường chỉ có độ bền va đập và độ bền kéo căng vừa phải, không rào so với nhựa loại dung dịch hay nhựa cấu trúc.

Một số keo dán nóng chảy nổi bật nhất là hỗn hợp polyetylen, polyvinyl axetat và dẫn xuất polyamit dẫn xuất từ axit béo dime hóa và các diamine. Chúng đủ thỏa mãn để dán giấy, lá kim loại, màng nhựa, sợi và da.

Tất cả các vật liệu thô này, dù là sản phẩm tự nhiên hay vật liệu tổng hợp đều được sản xuất để sử dụng cho nhựa, lớp phủ hay công nghiệp cao su. Một số rất ít polyme tổng hợp được phát triển phù hợp với những nhu cầu đặc biệt của công nghiệp nóng chảy do đây là một thị trường hạn chế và chuyên môn hóa cao.

7.3.4. Kỹ thuật dán

Keo dán nóng chảy lý tưởng là chất rắn ở nhiệt độ phòng, có thể bảo quản và gia công dễ dàng mà không đóng khối. Ở dạng chảy lỏng, nó có thể được áp dụng nhờ phun. Tất nhiên, liên kết được hình thành với keo dán nóng chảy lý tưởng phải chắc và số lượng vật liệu có thể dán phải lớn. Cuối cùng, thành phần của keo dán nóng chảy phải đảm bảo sao cho sản phẩm giấy dán với keo dán có thể tái sinh nhờ một số quá trình đơn giản. Trong bất kỳ trường hợp nào, polyme phải là chất lỏng chảy ở nhiệt độ cao để đáp ứng những đòi hỏi của một keo dán nóng chảy, nó phải đóng rắn thành trạng thái rắn, chắc.

- *Dạng vật lý của keo dán nóng chảy:* Keo dán nóng chảy sẵn có ở nhiều dạng khác nhau: (1) băng dính hay dải, (2) màng hay tấm mỏng, (3) hạt, (4) viên có hình dạng khác nhau như hình trụ hay lập phương, (5) khối, (6) các dạng khác như dạng dây. Keo dán hoạt động nhiệt có thể là chất lỏng, hồ hay bột, không được coi là keo dán nóng chảy. Nhiều vật liệu được áp dụng như dung môi hay dung dịch nước và nhũ tương được làm khô sau đó hoạt hóa nhiệt.

7.3.5. Ứng dụng keo dán nóng chảy

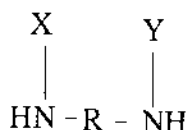
Có nhiều ứng dụng khác nhau của keo dán nóng chảy. Khi tốc độ sản xuất tăng, tính kinh tế của keo dán nóng chảy sẽ thuận lợi hơn và chắc chắn sẽ có những ứng dụng mới. Hiện tại, những ứng dụng phổ biến nhất là:

- Lớp phủ bảo vệ giấy, vải và màng nhựa.
- Cán mỏng các vật liệu giống nhau.
- Dán cấu trúc cho giấy, gỗ và các vật liệu khác.
- Tẩy keo và dán nhãn tạo vết.

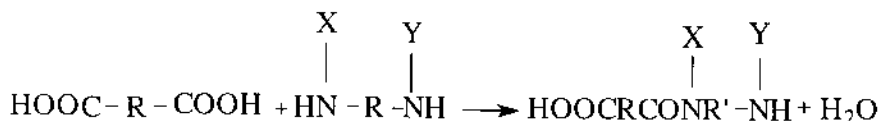
- Dán gồm, nút đóng và kim loại.
- Sản xuất các đồ vật từ giấy và màng gồm một số dạng thùng chứa và bao gói.
- Hàn gắn đóng gói và dán các chi tiết nhỏ.
- Nhờ áp dụng các thiết bị hiện đại, một số tính chất dán khác nhau có thể thực hiện. Các tính chất đó là:
 - Dán hiệu quả các bao gói mềm dẻo ở -40°C .
 - Liên kết bền lâu duy trì độ bền trên giấy với 4-6% dầu khoáng
 - Dán hiệu quả các bề mặt được bôi sáp nhẹ.
 - Dán chắc đồng nhất và hàn gắn màng polyetylen và lớp phủ.
 - Dán chắc các tấm.
 - Dán da nhanh, hiệu quả.

7.3.6. Keo dán nóng chảy polyamit

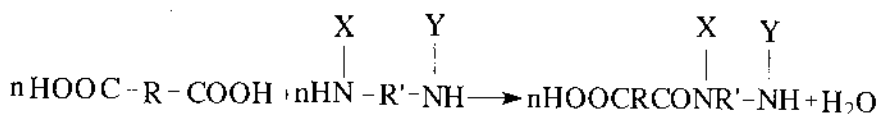
Keo dán nóng chảy polyamit là hệ keo dán có hiệu quả cao và được sử dụng chọn lọc khi cần độ bền nhiệt cao. Giá thành tương đối cao của làm cho chúng không thích hợp với ứng dụng chung. Nhựa polyamit cho độ bền kéo cao và độ dính ban đầu cao, thường không cần công thức bổ sung. Điểm chảy cao hơn của chúng đảm bảo chất lượng chịu nhiệt tốt và đông rắn nhanh khi làm lạnh. Hai nhược điểm chính của chúng là giá thành và xu hướng dễ hóa than nếu giữ ở nhiệt độ cao. Nhựa polyamit nóng chảy thu được nhờ phản ứng của diamine với diacid. Trong khi polyamit dạng đơn giản nhất của chúng là phản ứng của một diamine đặc biệt với một diacid đặc biệt thì hầu hết các polyamit được sử dụng trong các công thức keo dán là các sản phẩm phản ứng phức tạp nhờ kết hợp một số diacid và diamine để thu được các tính chất đặc biệt theo yêu cầu. Diacid thường được sử dụng nhất là diacid thu được khi trùng hợp axit oleic hay linoleic hoặc các axit béo không no khác. Axit này có thể được biểu diễn dưới dạng HOOC-R-COOH , trong đó R là gốc hydrocarbon có 34 nguyên tử cacbon và cấu hình không xác định. Các dạng thương mại của axit dime này cũng bao gồm cả những sản phẩm thu được khi trùng hợp ba hay nhiều phân tử axit béo không no và do đó chứa những lượng khác nhau các axit trime và các đồng phân cao hơn, dạng monome cũng có mặt. Diamine khác cũng có thể được sử dụng, tùy theo công thức chung:



Trong đó X và Y có thể là H hay các nhóm hóa học khác. Do đó, polyamit được tạo thành theo sơ đồ phản ứng:



Phản ứng tổng quát như sau:



Phản ứng diễn ra cùng với sự loại nước của nhóm amit. Độ phân cực cao của các nhóm amit, nhờ hình thành liên kết hydro giữa các mạch, góp phần tạo độ bền polyme đặc trưng và tính chất keo dán của polyamit.

Nhựa cơ bản cần một số biến tính để đạt được: (1) độ nhớt thích hợp, (2) tính mềm dẻo và (3) giảm giá thành nếu có thể. Các nhựa polyamit thích hợp (các loại mềm dẻo hơn) thường được biến tính bằng cách bổ sung copolyme EVA (loại có điểm chảy cao, độ nhớt cao). Lượng EVA có thể được thêm tới giới hạn cực đại là 25% trong hầu hết trường hợp vì vấn đề khả năng tương hợp. Hỗn hợp tiếp tục được biến tính với việc thêm nhựa tăng dính và lượng nhỏ chất độn để đạt được cân bằng tối ưu của các tính chất. Để đạt được độ bám dính cực đại, polyamit nóng chảy loại này thường được sử dụng kết hợp với hệ lót dung dịch nhựa polyamit cho vật liệu uốn mép. Lớp lót là một dung dịch loãng của nhựa polyamit bazơ.

- **Lĩnh vực ứng dụng:**

- **Dán trong bìa gỗ:** Bề mặt gỗ dán trang trí thường sử dụng keo dán nóng chảy để ghép đôi hiệu quả các mép gỗ dưới chiều dài của liên kết. Keo dán polyamit nóng chảy được sử dụng rộng rãi cho mục đích này. ép gia nhiệt được sử dụng để hoạt hóa keo dán sau đó làm lạnh nhanh và đóng rắn. Đóng rắn nhanh phải thực hiện tốt nhất với keo dán polyamit nóng chảy, do nhiệt độ đóng rắn của chúng cao hơn nhiều, ví dụ kiểu EVA, và do khoảng giữa nhiệt độ áp dụng và nhiệt độ đóng rắn với polyamit thường hẹp. Một khía cạnh quan trọng khác của nhựa polyamit trong ứng

dụng này là độ nhớt nóng chảy đạt được thấp do đó đảm bảo phủ là làm ướt nhanh màng nóng chảy.

- *Dán mép gỗ và đóng viên:* dán mép và đóng viên tạo nên diện tích chính sử dụng keo dán nóng chảy trên cơ sở nhựa copolyme EVA. Tuy nhiên, với một số ứng dụng, công thức polyamit nóng chảy cũng được sử dụng, đặc biệt khi trên liên kết cần độ bền nhiệt. Các vật liệu hiện đại như sản phẩm giấy bồi bề mặt trang trí được sử dụng để sản xuất các thành phần đồ gỗ, yêu cầu mép tiếp xúc được phủ bằng vật liệu uốn mép thích hợp. Hầu hết các sản phẩm giấy bồi, bề mặt lớp mỏng bao gồm melamin để trang trí hay lớp PVC được dán với chất nền giấy vụn. Các sản phẩm giấy này với đặc trưng hiệu quả riêng có thể ảnh hưởng tới liên kết viên. Việc lựa chọn phương pháp áp dụng và sản xuất viên đóng vai trò rất quan trọng trong sản xuất và ứng dụng cuối cùng của sản phẩm gỗ tạo thành. Lựa chọn quá trình viên thích hợp phụ thuộc rất nhiều vào yêu cầu hiệu quả và giá trị thẩm mỹ.
- Công thức keo dán nóng chảy EVA đặc trưng để dán mép gỗ.

Sau đây là công thức keo dán nóng chảy cho các ứng dụng khác nhau.

- Keo dán mục đích chung cho cả gỗ và gỗ dán nhựa (PKL):

Thành phần	Trắng	Tự nhiên	Nâu
Nhựa hydrocacbon, điểm chảy 90°C	5,50	5,50	5,50
Este nhựa thông, điểm chảy 85°C	8,00	8,00	8,00
Nhựa Coumaron inden, điểm chảy 105°C	5,00	5,00	5,00
Chất chống lão hóa hydroxytoluen butylat hóa (BHT)	0,20	0,20	0,20

Keo dán nóng chảy (PKL)

Thành phần	Trắng	Tự nhiên	Nâu
EVA 250	14,00	14,00	14,00
EVA 210	10,00	10,00	10,00
EVA 150	15,00	15,00	15,00
Bột màu TiO ₂	4,50	0,80	-
Barit nhẹ, siêu mịn	37,80	41,50	-
Barit hồng	-	-	42,30
Tổng	100,00	100,00	100,00

- Keo dán nóng chảy giá thành thấp chỉ cho gỗ dán, màu tự nhiên.
- | | |
|--|-------------|
| Nhựa hydrocacbon, điểm nóng chảy 90°C | 12,00 (PKL) |
| Nhựa hydrocacbon, điểm nóng chảy 100°C | 10,00 |

EVA 250	30,00
Chất chống lão hóa BHT	0,20
Barit nhẹ siêu mịn	47,20
TiO ₂	0,60
Tổng	100,00
Keo dán nóng chảy cho những bề mặt nhựa khó dán (màu tự nhiên)	
Nhựa polytecpen, điểm nóng chảy 115 ⁰ C	30,00 (PKL)
Chất chống oxi hóa BHT	0,20
EVA 260	10,00
EVA 250	35,00
CaCO ₃ (15 μ m)	24,80
Tổng	100,00

7.4. Keo dán bức xạ UV

7.4.1. Keo dán nhạy áp (PSA) đóng rắn UV

Các polyme được sử dụng trong việc tổng hợp các keo dán nhạy áp có thể chia thành hai loại. Loại thứ nhất là các polyme qua tạo lưới hóa học sau khi phủ để đạt được độ dính cao, gồm các PSA acrylic trên cơ sở dung môi và các PSA cao su tự nhiên trên cơ sở dung môi. Loại thứ hai không khâu mạch hóa học nhưng thay vào đó chúng có khối lượng phân tử cao (như acrylic trên cơ sở nước, SBR) hay liên kết ngang (như copolyme khối styrenic nóng chảy) để thu được độ bền kết dính thích hợp.

Thị trường của ngành nhân mác và băng dính cho thấy keo dán trên cơ sở dung môi thường được dùng cho các ứng dụng dính cao, ví dụ như băng dính hai mặt, băng dính dán cho ô tô và nhân mác. Các ứng dụng này thường yêu cầu tạo lưới hóa học để cân bằng các thuộc tính nhiệt cao và ổn định song tốc độ sản xuất thường bị hạn chế.

7.4.2. Acrylic hiệu khí

Các keo dán hiệu khí dễ dàng chuyển thành các công thức đóng rắn UV. Điều này không gây ngạc nhiên khi các acrylic (metacrylic) thường được sử dụng như nhựa nền trong mực và các lớp phủ UV. Tuy nhiên, các sản phẩm keo dán đóng rắn UV thường có độ bám dính kém hơn với các bề mặt trơn và cứng như kim loại.

Nhiều keo dán hiệu khí đóng rắn UV cho tính chất ưu việt nhờ có các tính chất cấu trúc mà không phụ thuộc cơ chế đóng rắn được sử dụng, như chỉ ra dưới đây:

7.4.2.1. Ưu điểm của acrylic hiệu khí đóng rắn UV

Các acrylic hiệu khí loại đóng rắn UV thu được các keo dán cấu trúc bền và đập, cứng với độ bền kéo căng hơn 3000psi khi dán kim loại, nhựa, thủy tinh, gốm và các chất nền khác.

Độ khô bề mặt và chiều dày đóng rắn phụ thuộc cả loại đèn được sử dụng và từng công thức riêng. Cường độ cao là cần thiết để đóng rắn nhanh nhất và dày nhất. Nhờ sử dụng đèn hơi thủy ngân 100.000 vi sóng/cm², có thể đóng rắn màng dày 2,54 cm trong 30 giây. Thời gian đóng rắn phụ thuộc cường độ sáng. Vùng quang học của phổ điện từ được chia thành các vùng UV, dải hẹp của vùng khả kiến và vùng hồng ngoại.

7.4.2.2. Đóng rắn quang và cơ chế

Chỉ có các chất khơi mào nhạy với bức xạ UV sóng dài trên 325 nm mới được sử dụng trong keo dán acrylic hiệu khí UV. Bức xạ UV sóng dài đôi khi được gọi là “ánh sáng tối” và thường coi là vô hại. Mặt khác, các bức xạ sóng ngắn có thể gây cháy. Các đèn cường độ cao đều cần bọc để bảo vệ cho người làm việc khỏi chiếu dài sóng ngắn mà chúng phát ra ngoài bức xạ UV sóng dài.

Các nguồn phát bức xạ UV sóng dài thường sẵn có để đóng rắn keo dán hiệu khí sử dụng sợi quang học sẽ truyền bức xạ UV. Các nguồn sáng này là lý tưởng để dán thủ công các bộ phận nhỏ như các thiết bị điện tử.

7.4.2.3. Các kiểu dán

Các ứng dụng của keo dán acrylic hiệu khí bao gồm là: Dán và cán mỏng các vật liệu trong như thủy tinh và nhựa. Ứng dụng thứ hai được gọi là “hàn quang”, một quá trình gắn các bộ phận nhờ tạo cầu nối với keo dán đóng rắn thay thế thời gian đóng rắn dài hay các chất tăng cứng cơ học. Ứng dụng thứ ba là màng keo dán và các lớp phủ chuyên dụng trên bề mặt nhẵn như kim loại.

Hàn quang: Khả năng tạo cầu liên kết nhiều bề mặt trong khi vẫn duy trì các tính chất cấu trúc đã dẫn tới một khái niệm mới để gắn các bề mặt tiếp xúc. “Hàn bằng ánh sáng” là quá trình nhỏ một giọt keo dán lỏng qua liên kết được tạo thành khi tiếp xúc kim loại, thủy tinh,

gồm, nhựa nhiệt dẻo, giấy và các bề mặt khác và gắn chúng nhờ trùng hợp (đóng rắn) keo dán trong một vài giây tiếp xúc với bức xạ UV sóng dài. Các bộ phận được gắn có thể được đặt vào vị trí với dung sai chính xác. Keo dán được áp dụng trước hoặc sau khi đặt và sau đó cố định hay hàn tùy theo yêu cầu khi tiếp xúc với bức xạ UV. Độ co thấp giúp đảm bảo sự không dịch chuyển của các bộ phận do chu kỳ đóng rắn. Các bộ phận nhỏ có thể được gắn trong 1-10 giây ở nhiệt độ phòng. Đường liên kết dày cần thời gian lâu hơn hay các nguồn sáng công suất lớn hơn.

Một số bộ phận bằng sắt cần tạo cầu liên kết do keo dán giữa các bề mặt liên quan đến tính chất điện. Kỹ thuật phổ biến là sử dụng keo epoxy cần thay thế những chu kỳ thời gian dài hay đóng rắn nhiệt bằng kỹ thuật “hàn quang” đóng rắn nhanh. Các bộ phận được giữ tại chỗ và giọt keo dán hiệu khí UV dạng sol-gel được áp dụng qua mỗi nối và đóng rắn nhờ bức xạ UV. Một nguồn sáng công nghiệp 200W cần 2 giây, trong khi các hiệu ứng ánh sáng tối công suất thấp đóng rắn 30 giây.

7.4.3. Các đặc điểm polyme

Trong các ứng dụng yêu cầu sự cân bằng cao các tính chất PSA nhưng lại không yêu cầu các tính chất ổn định và nhiệt độ cao như băng dính đóng gói và nhãn mác giấy, việc lựa chọn hệ thống công nghệ ít dung môi có khả năng đạt hiệu quả và tốc độ dán cao cho các công thức keo dán bị hạn chế.

Dựa trên yêu cầu này, hãng Shell Chemical của Mỹ đã nghiên cứu ra polyme Kraton liquid (KLP) có khả năng sử dụng ở độ nhớt thấp, 100% rắn để tạo ra PSA đóng rắn UV hiệu quả cao. Các polyme KLP này có nhóm chức epoxy được dùng làm chất kết dính chủ yếu để chế tạo keo dán đóng rắn UV cationic 100% rắn hay được dùng như chất đồng phản ứng để biến đổi cấu trúc của mạng liên kết ngang đóng rắn bằng UV.

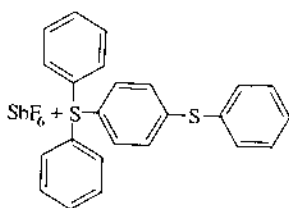
Quá trình tổng hợp KLP sử dụng phương pháp trùng hợp anionic trực tiếp, giống với copolyme khối styrenic thông thường. Các loại KLP có trọng lượng phân tử thấp hơn nhiều so với polyme thông thường, không chứa các khối và có các nhóm chức để khâu mạch hóa học.

Mạch polyme chính chứa polybutadien được hydro hóa là copolyme hai khối được tổng hợp nhờ quá trình trùng hợp isopren và butadien sau đó hydro hóa và epoxy hóa. Các loại polyme này trong suốt trước tia cực tím và phân bố trọng lượng phân tử rất hẹp ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng một chút.

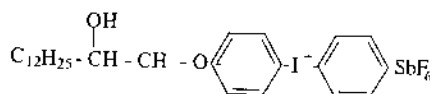
7.4.4. Thành phần bổ sung sử dụng để lập công thức PSA

Bổ sung vào KLP các thành phần khác trong công thức keo dán đóng rắn UV 100% rắn bao gồm một chất khơi mào quang cationic, nhựa dán và các phụ gia khác (ví dụ chất chống oxy hóa).

Chất khơi mào quang cationic cần tia cực tím và giải phóng axit protic để khơi mào polyme lỏng đóng rắn UV và đóng rắn hai polyme khác. Chất khơi mào quang giải phóng axit Bronsted rất mạnh. Axit mạnh này proton hóa vòng epoxy cho phép tấn công một trong số các nguyên tử cacbon của nó nhờ nhóm epoxy khác hay một nhóm hydroxyl. Nhóm epoxy khác tấn công mở vòng phản ứng trùng hợp. Đối với KLP, các phân tử có khoảng 11 nhóm epoxy, phản ứng epoxy dẫn tới khâu mạch. Đây là phản ứng chuỗi trực tiếp diễn ra cho tới khi tất cả các epoxy phản ứng với nhau. Nhóm hydroxyl tấn công là một phản ứng trao đổi chuỗi tạo ra một liên kết ete - ancol và tái sinh axit HX.



Chất khơi mào quang hoá dạng muối sunfo



Chất khơi mào quang hoá cationic dạng muối iot

Hình 7.1. Cấu trúc hóa học chất khơi mào quang cation

Hàm lượng chất khơi mào quang cationic đóng rắn keo dán hiệu quả thay đổi từ 0,05-0,25% tổng khối lượng. Giới hạn này thấp hơn nhiều so với công thức keo dán UV dựa trên gốc tự do. Cấu trúc hóa học của hai chất khơi mào quang cationic được chỉ ra trong hình 7.1. Muối trộn hợp triaryl sulfonium hexafluoro antimonat hòa tan trong một khối lượng tương đương propylen cacbonat và muối rắn (14-diaryl iodonium hexafluoroantimonat).

Dung dịch muối sulfonium tan hoàn toàn trong polyme lỏng và trong pha đơn của công thức keo dán. Cho muối sulfonium vào công thức keo dán cần có phương pháp phân tán đặc biệt để tạo các giọt chất lỏng phân tán đường kính khoảng 0,5µm. Chất khơi mào quang phân tán cho phép tia UV thâm sâu vào keo dán. Ở nồng độ thấp, phần lớn tia cực tím có khả năng xuyên qua lớp keo dán trên cùng, đi qua các giọt chất khơi mào quang để đạt tới độ sâu đáng kể, dễ dàng đóng rắn màng dày từ một tới vài trăm mm khi sử dụng chất khơi mào phân tán tốt. Một đặc tính khác của dung dịch phân tán là keo dán phải được làm ẩm để đóng rắn nhanh

hơn. Bức xạ ở nhiệt độ phòng không hiệu quả nhưng khi màng dính trên 60°C , đóng rắn diễn ra ngay tức khắc. Công thức keo dán có thể được chuẩn bị bằng cách trộn ở nhiệt độ cao tới 160°C mà không đưa vào bất kỳ phản ứng đóng rắn sớm nào.

Chất khơi mào quang hóa trên cơ sở muối iot tan một phần trong keo dán polyme lỏng và có thể dễ dàng kết hợp với công thức keo dán sử dụng nhiệt vừa phải và các thiết bị khuấy đơn giản. Muối rắn iot có điểm nóng chảy khoảng 92°C và có thể trộn vào keo dán khác bằng cách áp dụng nhiệt độ từ $92\text{--}100^{\circ}\text{C}$. Quá trình đóng rắn có thể diễn ra sớm khi muối iot được trộn vào keo dán ở nhiệt độ $> 100^{\circ}\text{C}$.

Thực tế, độ sâu đóng rắn sử dụng chất khơi mào quang hóa trên cơ sở muối iot thường bị giới hạn khoảng 10mm. Đóng rắn UV có thể thực hiện trên màng keo dán ở nhiệt độ phòng khi sử dụng muối iot làm chất khơi mào quang.

7.4.5. Nhựa dán và phụ gia

Có rất nhiều loại nhựa dán tương thích với polyme. Các công thức bong và dính cao có thể được tạo ra nhờ sử dụng một lượng thích hợp nhựa dán thông thường trong công thức keo dán. Các phụ gia bao gồm chất ổn định, các polyme phản ứng và không phản ứng, chất pha loãng, chất biến tính bề mặt. Nên tránh vật liệu chứa amin ngăn cản đóng rắn cationic.

7.4.6. Kỹ thuật chuẩn bị, ứng dụng và đóng rắn

Hướng dẫn chi tiết để chuẩn bị các mẻ keo dán qui mô thí nghiệm sử dụng cả chất khơi mào quang tan và không tan. Để áp dụng trực tiếp keo dán vào màng trước tiên keo dán được làm nóng trong lò tới nhiệt độ thường từ $60\text{--}95^{\circ}\text{C}$. Keo dán được áp dụng bằng tay, chổi quét màng hoặc khuôn dập đã được thí nghiệm liên tục như máy phủ chảy. Màng đã phủ được làm nóng lại tới nhiệt độ ứng dụng trong lò ngay trước khi đóng rắn UV. Tốc độ đóng rắn được xác định bằng công suất của thiết bị đóng rắn UV trong phòng thí nghiệm. Tốc độ bằng chuyển thường được điều chỉnh nhằm thu được liều UV khoảng $100\text{--}600\text{mJ}/\text{cm}^2$. Thông thường các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm sử dụng liều khoảng $200\text{mJ}/\text{cm}^2$. Bức xạ diễn ra trong khí quyển, không cần lớp phủ khí trơ, đóng rắn xuất hiện ngay lập tức. Khi sử dụng keo dán chứa chất khơi mào UV, màng 20mm đóng rắn nhanh và tốt như màng 1mm. Sau khi bức xạ các mẫu được làm nguội không cần phải làm nóng thêm. Thử nghiệm các tính chất của PSA được thực hiện sau thời gian tiếp xúc với tia cực tím khoảng một ngày hoặc một tuần.

Để kiểm tra hoạt động tương đối của keo dán trên cơ sở KLP các công thức xuất phát được chuẩn bị như chỉ ra trong bảng 7.3. Cả hai công thức đều chứa những lượng bằng nhau polyme phản ứng L-207 và L1203 và một lượng chất dính Regalite R-91 thích hợp tương ứng dựa trên toàn bộ polyme. Hai công thức khác nhau ở loại chất khơi mào được sử dụng. Keo dán được phủ 5mm trên silicon FIU phóng tấm bạc ở 65°C, đóng rắn ở cùng nhiệt độ khi sử dụng liều 180mJ/cm² và sau đó cán thành màng polyceste 2mm. Keo dán đóng rắn được để ở nhiệt độ phòng một tuần trước khi kiểm tra.

7.5. So sánh và tính chất

Keo dán nước có giá thành thấp hơn các hợp chất tương tự không sử dụng dung môi. Thậm chí dung môi hữu cơ không đắt khi so sánh với nước. Khi nước được dùng như phương tiện chuyển keo dán, vấn đề tính bắt cháy và độ đặc đi kèm với dung môi hữu cơ được loại bỏ. Tuy nhiên, hầu hết keo dán nước phải được bảo vệ chống đông đặc trong khi vận chuyển và bảo quản bởi có thể phá hủy cả thùng chứa và keo dán.

Nó tương đối dễ dàng trộn hợp với keo dán nước để cho giới hạn độ nhớt và thành phần rắn rộng. Hàm lượng rắn cao ở độ nhớt thấp hay hàm lượng rắn thấp ở độ nhớt cao có thể dễ dàng thu được so với keo dán dung môi. Nồng độ thông thường của polyme hay nhựa trong phân tán nước có thể cao hơn nhiều so với phân tán dung môi hay trong keo dán nóng chảy. Quá trình thấm và làm ướt có thể được điều chỉnh nhờ sử dụng chất hoạt động bề mặt hay kích thước hạt phân tán. Có thể sử dụng chất làm đặc để tăng độ nhớt, ngăn sự thấm vào bề mặt xốp. Điều bất lợi là sự có mặt của nước làm sợi bị co lại, làm xoắn và nhàu giấy. Cũng xuất hiện các vấn đề ăn mòn và làm gỉ thiết bị áp dụng bằng sắt và thép cũng như phương tiện bảo quản.

Các keo dán dung môi không có sự mất mát này, hơn nữa chúng thường tạo liên kết bền nước hơn sản phẩm trên cơ sở nước. Chúng thường dính hơn và có thể được sử dụng để cung cấp độ bền cao.

Keo dán dung môi cũng làm ướt bề mặt dầu và một số nhựa tốt hơn nước. Có một loạt dung môi hữu cơ khác nhau về bay hơi hay tốc độ làm khô, do đó tốc độ làm khô hay đóng rắn của màng keo dán dung môi hữu cơ có thể thay đổi dễ dàng hơn so với keo dán nước.

Keo dán 100% rắn có một số ưu điểm. Ví dụ keo dán sáp dầu mỏ và asphan nóng chảy không chỉ có giá thành thấp mà còn có chi phí vận chuyển thấp hơn keo dán dung môi hay keo dán nước. Giá thành đóng gói keo dán nóng chảy thấp hơn keo dán dung môi hay keo dán nước. Giá thành đóng gói vật liệu khô thường thấp hơn giá thành của các thùng

chất lỏng kín chứa keo dán nước và dung môi. Với các keo dán nóng chảy và keo dán 100% rắn khác, không có nguy cơ đông đặc và độc hại do sử dụng các dung môi độc hại và bắt lửa. Không cần thiết bị làm khô để loại bỏ nước hay dung môi. Độ bền hay sự tự lão hóa thường không là vấn đề đối với keo dán nóng chảy như thường thấy với các hợp chất trên cơ sở nước và dung môi.

Tuy nhiên asphan và sáp khi được dùng trong keo dán lại thiếu độ bền kết dính. Các polyme trọng lượng phân tử cao như cao su butyl có thể thêm vào để cải thiện độ bền liên kết.

Các kiểu khác của keo dán nóng chảy là trên cơ sở polyme trọng lượng phân tử cao như etyl xenlulo, butyrat xenlulo axetat và polyvinyl axetat. Với các vật liệu này, sáp, nhựa hay chất dẻo hóa cho dung dịch polyme có độ nhớt thấp khi gia nhiệt là cần thiết để tổng hợp các hợp chất có ích. Nguyên tắc ở đây là keo dán dung môi, trong đó dung môi có thể hòa tan polyme, tạo màng và giữ nó chảy lỏng ở nhiệt độ phòng. Với các keo dán nóng chảy sáp, nhựa hay chất dẻo hóa được sử dụng có thể làm cho polyme chỉ lỏng ở nhiệt độ cao.

Keo dán nóng chảy phải được gia nhiệt đến khi chảy lỏng để áp dụng. Khi có mặt polyme, thời gian gia nhiệt và nhiệt độ bị giới hạn do polyme có thể phân hủy khi gia nhiệt liên tục. Polyme cũng tăng độ nhớt của keo dán nóng chảy tỷ lệ với trọng lượng phân tử và lượng có mặt. Do trọng lượng phân tử cao hơn và % cao hơn là cần thiết để cho độ bền liên kết cao và chắc. Cần điều chỉnh trọng lượng phân tử, nồng độ và nhiệt độ để thu được độ bền làm việc, ứng dụng và độ bền liên kết. Kiểm soát chính xác lớp phủ đặc biệt là trong khoảng hẹp cũng rất khó. Không giống như keo dán nóng chảy, vật liệu trọng lượng phân tử cao có thể sử dụng cho keo dán dung môi không quá khó. Với các polyme như tương, trọng lượng phân tử rất cao là hiệu quả ở hàm lượng rắn cao và độ nhớt thấp. Thực tế dung dịch và phân tán thường chứa ít hơn 100% rắn để kiểm soát chính xác hơn trọng lượng lớp phủ do những thay đổi cuối cùng chỉ là một phần của những thay đổi đầu tiên.

Keo dán nóng chảy thường không làm nhàu vật dán, cũng không làm nhiều kích thước sợi. Chúng có thể dùng với một hay nhiều bề mặt không thấm do không có dung môi bay hơi hay nước được loại bỏ. Trong nhiều trường hợp các bề mặt hay các phần cần gia nhiệt trước để làm ẩm hay bám dính riêng.

Sử dụng keo dán nóng chảy có thể sẽ tăng khi thiết bị sẵn có để điều chỉnh độ nhớt cao ở nhiệt độ và thời gian không ảnh hưởng tới độ bền. Nhờ các thiết bị thích hợp được sử dụng hiện nay trong đúc phun, công nghiệp keo dán có thể khắc phục vấn đề cố hữu với keo dán nóng chảy. Thiết bị sẵn có để gia công vật liệu có độ nhớt rất cao và để tránh các

vấn đề độ bền nhờ đun nóng từng lượng nhỏ vật liệu trong thời gian ngắn.

Nhiều ưu điểm áp dụng cho keo dán nóng chảy cũng được áp dụng cho các kiểu keo dán 100% rắn khác. Các monome có khả năng trùng hợp như epoxy polyeste, polyurethan và keo dán neopren lỏng thường cần hệ hai thành phần hay nhiệt độ cao để đông rắn. Băng dính và màng được coi là keo dán 100% rắn cũng thường được chế tạo nhờ phủ từ phân tán dung môi. Quá trình cán cũng có thể được dùng nhưng đây là phương pháp tương đối đắt và đòi hỏi đầu tư thiết bị là chính.

Chương VIII

KỸ THUẬT DÁN

8.1. Phương pháp chuẩn bị bề mặt dán thông thường

8.1.1. Chuẩn bị bề mặt kim loại

Các chất nền	Dụng cụ làm sạch	Xử lý chất nền
Nhôm và hợp kim nhôm	Triclo etylen	1. Phun luồng cát hoặc đánh bằng giấy nháp sau đó tẩy nhờn bằng dung môi
		2. Ngâm 10 phút ở 70-82 ⁰ C trong kiềm sạch hoặc:
		Natri metasilicat 3,0
		Natri hydroxit 1,5
		Natri dodecylbenzen sunfonat như
		Naccono I90G 1,5
		Nước cất 128,0
		Rửa trong nước ở 65 ⁰ C và khắc axit trong 12-15 phút ở 66-71 ⁰ C trong:
		Natri dicromat 1,0
		Sulfuric axit (96%) 10,0
Nước cất 30,0		
Rửa nhẹ trong nước cất sau đó rửa bằng nước và làm khô trong không khí		
3. Làm sạch kiềm như mô tả ở bước 2). Ngâm 10-12 phút ở 60-65 ⁰ C trong dung dịch sau:		
Sulfuric axit (6,5-9,5N): 7-36% khối lượng (KL)		
Sắt sunfat: 135-165 g/l		
Rửa nhẹ như bước 2.		

		4. Tẩy nhòen với dung môi. Mài mòn nhẹ bằng vải mài. Rửa nhẹ trong nước để ion hóa; lau sạch; làm khô ngoài không khí. Khắc axit trong 20 phút trong: Natri dicromat 2 Sulfuric axit (96%) 7 Rửa cẩn thận trong nước để ion, làm khô ở 70°C trong 30 phút. 5. Hình thức dán dùng dung dịch axit sulfuric - natri dicromat và làm mịn bằng giấy giáp. Gắn vào; không cho phép dán đến khô. Thời gian dựa vào mức độ bị nhiễm bẩn. Rửa rất cẩn thận với nước để ion và làm khô bằng không khí. 6. Photphoric axit có thể làm anot dựa theo tiêu chuẩn ASTM D 3933. 7. Sulfuric axit có thể làm anot theo tiêu chuẩn MIL- A- 8625
Đồng thau và đồng thiếc (xem đồng và hợp kim đồng)	Triclo etylen	1. Xử lý bằng axit 5 phút ở 20°C trong: ZnO 20 H₂SO₄ (96%) 460 HNO₃ (69%) 360 Rửa nhẹ trong nước ở 65°C và xử lý bằng axit lại trong dung dịch axit trong 5 phút ở 49°C. Rửa nhẹ trong nước cất sau đó rửa sạch và làm khô trong không khí.
Crom	Triclo etylen	1. Mài mòn. Dùng đá mài hoặc bằng hơi nước, hay bằng giấy giáp sau đó tẩy nhòen bằng dung môi 2. Xử lý bằng axit từ 1-5 phút ở 90-95°C trong: HCl (37%) 17 H₂O 20 Rửa nhẹ bằng nước cất sau đó rửa sạch bằng nước lạnh/ nóng và làm khô trong không khí.

Đồng và hợp kim đồng	Triclo etylen	1. Mài mòn. Dùng cát, bàn chải sắt hay giấy giáp, sau đó tẩy nhờn bằng hơi hay dung môi. 2. Xử lý bằng axit trong 10 phút ở 66°C trong: <table><tr><td>Fe₂(SO₄)₃</td><td>1</td></tr><tr><td>H₂SO₄ (96%)</td><td>75</td></tr><tr><td>H₂O</td><td>8</td></tr></table> Rửa sạch trong nước ở 20°C và xử lý bằng dung dịch axit nguội: <table><tr><td>Na₂Cr₂O₇</td><td>1</td></tr><tr><td>H₂SO₄ (96%)</td><td>2</td></tr><tr><td>H₂O</td><td>17</td></tr></table> Xử lý bằng axit cho đến khi bề mặt sạch bóng. Rửa nhẹ trong nước, ngâm trong NH₄OH và làm sạch trong nước máy. Rửa nhẹ trong nước cất và làm khô trong không khí ẩm. 3. Xử lý bằng axit khoảng 1-2 phút ở 20°C trong: <table><tr><td>FeCl₂ (dung dịch 42% trong nước)</td><td>15</td></tr><tr><td>HNO₃ (69%)</td><td>30</td></tr><tr><td>H₂O</td><td>197</td></tr></table> Rửa nhẹ trong nước cất sau đó rửa trong nước lạnh và làm khô trong không khí ở 20°C. 4. Xử lý bằng axit trong 30 giây ở 20°C: <table><tr><td>(NH₄)₂S₂O₈</td><td>1</td></tr><tr><td>H₂O</td><td>4</td></tr></table> Rửa nhẹ trong nước cất sau đó rửa trong nước lạnh và làm khô trong không khí ở 20°C. 5. Dung môi tẩy nhờn. Ngâm 30 giây trong:	Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	H ₂ SO ₄ (96%)	75	H ₂ O	8	Na ₂ Cr ₂ O ₇	1	H ₂ SO ₄ (96%)	2	H ₂ O	17	FeCl ₂ (dung dịch 42% trong nước)	15	HNO ₃ (69%)	30	H ₂ O	197	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	1	H ₂ O	4
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1																							
H ₂ SO ₄ (96%)	75																							
H ₂ O	8																							
Na ₂ Cr ₂ O ₇	1																							
H ₂ SO ₄ (96%)	2																							
H ₂ O	17																							
FeCl ₂ (dung dịch 42% trong nước)	15																							
HNO ₃ (69%)	30																							
H ₂ O	197																							
(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	1																							
H ₂ O	4																							

		HNO₃ (69%) 30 Nước để ion hóa 90 Rửa nhẹ trong nước rồi ngay lập tức cho vào dung dịch tiếp theo; ngâm 1-2 phút ở 98°C trong Ebonol C: 0,68 kg. Rửa nhẹ trong nước để ion hóa và làm khô trong không khí 6. Tẩy nhờn bằng dung môi và ngâm trong dung dịch HNO₃ như trên bước 5. Ngâm ngay lập tức khoảng 2-3 phút ở 93-102°C trong 3,8l nước gồm: Natri clorit (kỹ thuật) 113,7g Na₃PO₄ 38g NaOH 19g Cẩn thận rửa nhẹ trong nước đến khi kiểm tra bằng giấy chỉ thị thấy trung tính.
Vàng	Triclo etylen	Tẩy nhờn bằng dung môi và hơi nước sau đó các vết xước nhẹ được làm mịn với vải giáp.
Sắt		Xem phần thép
Chì và các hợp kim trên cơ sở chì	Triclo etylen	Mài mòn. Rửa hoặc thổi luồng hơi nước hay dùng vải giáp sau đó tẩy nhờn bằng dung môi
Magie và hợp kim magie	Triclo etylen	1. Dùng vải giáp để đánh sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Tẩy nhờn bằng hơi. Ngâm 10 phút ở 60-70°C trong: Nước để ion hóa 95 Natri metasilicat 2,5 Na₃PO₄ 1,1 NaOH 1,1 Natri dodecylbenzen sunfonat 0,3 Rửa nhẹ trong nước và làm khô ở 60°C 3. Tẩy nhờn bằng hơi. Ngâm 10 phút ở 71-88°C trong:

		H₂O 4 Cromic axit 1 Rửa nhẹ trong nước và làm khô dưới 60°C 4. Tẩy nhờn bằng hơi. Ngâm 5-10 phút ở 63-80°C trong: H₂O 12 NaOH 1 Rửa nhẹ trong nước. Ngâm 5-15 phút trong: H₂O 123 Cromic axit 24 Ca(NO₃)₂ 1,8 Rửa nhẹ trong nước và làm khô dưới 60°C. 5. Xử lý nhẹ trên anốt và xử lý các ăn mòn khác nhau khi có mặt magie. 6. Các lớp phủ chuyển đổi với dicromat và loại trừ sự ăn mòn để phù hợp với keo dán
Niken	Triclo etylen	1. Xử lý mài mòn bằng vải giáp 100 sau đó tẩy nhờn bằng dung môi 2. Xử lý trong HNO₃ (69%) trong 5 giây ở 20°C. Rửa trong nước lạnh và nóng sau đó rửa nhẹ với nước cất và làm khô ở 40°C trong không khí.
Bạc	Triclo etylen	Xử lý mài mòn với vải giáp 320 sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Thép (Sạch)	Triclo etylen	1. Xử lý mài mòn với vải mài 100, bột mài hoặc thổi hơi sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Tẩy nhờn và mài mòn bằng dung môi với giấy mài. Tẩy nhờn lại. Ngâm 10 phút ở 65-71°C trong dung dịch sau: H₂O 90 H₂SO₄ (1,84 g/cm³) 37 Natridodexylbenzensunfonat 0,2

		Rửa cẩn thận và loại bỏ bụi bẩn và chất nếu cần thiết. Ngâm 10 phút sau đó ngâm trong dung dịch làm bóng: H₂O 88 HNO₃ (1,42g/cm³) 15 HF (35,35%, 1,15g/cm³) 2 3. Ngâm 2 phút ở khoảng 93°C sau đó gia nhiệt dung dịch trong bể nước sôi: HCl (1,2 g/cm³) 200 Orthophotphoric axit (1,8 g/cm³) 30 HF (1,15 g/cm³) 10 4. Xử lý bằng axit trong 15 phút ở 63°C trong: Dung dịch natri dicromat đã bão hòa: 30 H₂SO₄ 100 Loại phần cacbon còn lại trải với nylon trong khi rửa nhẹ. Rửa nhẹ với nước cất và làm khô trong không khí ẩm ở 93°C. 5. Tẩy nhờn bằng hơi nước trong 10 phút và để tẩy trong 10 phút ở 20°C trong: HNO₃ (69%) 10 HF (48%) 2 H₂O 88 Làm khô trong không khí dưới 70°C . 6. Ngâm 15 phút ở 63 ± 3°C trong dung dịch sau: H₂O 47,2 Natri metasilicat 1,0 Triton X2000 1,8 7. Ngâm 10 phút ở 60-65°C trong dung dịch sau: H₂O 45
--	--	---

		HCl (1,2 g/cm³) 50 Dung dịch focmalin (40%) 10 H₂O₂ (30-35%) 2 Rửa nhẹ cẩn thận và ngâm 5 phút ở 50-65°C trong dung dịch sunfuric axit dicromat sử dụng nhôm. Rửa nhẹ hoàn toàn và khi làm khô không quá 93°C.
Thép (mềm, sắt và các hợp kim thép khác)	Triclo etylen	Mài mòn. Bột mài hoặc thổi hơi sau đó tẩy nhờn bằng dung môi với các dung môi nước tự do. 1. Xử lý bằng dung dịch axit trong 5 phút ở 23°C: Nước để ion hóa 64,99% thể tích Chất hoạt động bề mặt 0,01% thể tích H₃PO₄ (85%) 30% thể tích HNO₃ 5% thể tích 3. Xử lý bằng axit 5-10 phút ở 20°C trong: HCl (37%) 1 H₂O 1 Rửa trong nước cất sau khi rửa bằng nước lạnh và làm khô trong khí nóng trong 10 phút ở 93°C. 4. Xử lý trong 10 phút ở 60°C trong dung dịch: Axit orthophosphoric (85%) 1 Etyl ancol (được biến tính) 2 Chải sạch C dư bằng bàn chải nylon trong khi rửa trong dòng nước. Rửa với nước để ion và gia nhiệt trong 1 giờ ở 120°C.
Thiếc	Tricloetylen	Tẩy dầu mỡ bằng dung môi hay hơi sau khi mài nhẹ bằng vải bột mài mịn (320 grit).
Titan và hợp kim titan	Tricloetylen	1. Mài. Phá bằng hạt mài hay hơi hoặc vải hạt mài 100 grit; sau đó tẩy dầu mỡ bằng dung môi; hay cọ rửa bằng chất làm sạch không clo hóa, rửa và

		sấy khô.
		2. Xử lý trong 5-10 phút ở 20 ^o C trong:
		Natri florua 2
		Crom trioxit 1
		Axit sunfuric (96%) 10
		Nước 50
		Rửa trong nước và nước cất. Sấy khô trong không khí ở 93 ^o C.
		3. Xử lý trong 2 phút ở nhiệt độ phòng trong:
		Axit hydrofloric (60%) 63ml
		Axit hydrocloric (37%) 814ml
		Axit orthophotphoric (85%) 89ml
		Rửa trong nước và nước cất. Sấy khô trong không khí ở 93 ^o C.
		4. Xử lý trong 10-15 phút ở 38-52 ^o C. Sấy khô trong lò ở 71-82 ^o C trong 15 phút.
		5. Các chất lỏng và hồ xử lý thương mại.
		6. Ngâm trong 15 phút ở 76 ^o C trong dung dịch sau để làm thành 1gal (3,6 lít):
		Chất làm sạch hóa học, Vitro- Klene 6-8oz
		Nước Phần còn lại
		Rửa nhẹ bằng vòi phun nước và ngâm 5 phút với dung dịch sau:
		HNO ₃ (1,5 g/cm ³) 48
		Amoni biflorua (kỹ thuật) 3
		H ₂ O 49
		Rửa nhẹ bằng vòi phun nước và làm khô trong không khí ở nhiệt độ phòng.
		Ngâm 2 phút với dung dịch sau thêm đủ nước đến 3,6l:
		Na ₃ PO ₄ (kỹ thuật) 50g
		NaF (kỹ thuật) 8,9g
		HF (48%) 26ml
		Làm khô trong không khí ở nhiệt độ phòng
		7. Bề mặt hợp kim thép nói chung là thỏa mãn cho titan.

Kẽm và hợp kim kẽm	Triclo etylen	1. Mài. Phá bằng hạt mài hay hơi hoặc vải hạt mài 100 grit; sau đó tẩy dầu mỡ bằng dung môi. 2. Xử lý bằng axit 2-4 phút ở 20°C trong: HCl (37%)10-20 H₂O90-80 Rửa nhẹ với nước ấm và nước cất. Làm khô trong không khí ở 66-71°C trong 30 phút. 3. Xử lý bằng axit 3-6 phút ở 38°C trong: H₂SO₄ (96%)2 Natri dicromat1 H₂O8
--------------------	---------------	---

8.1.2. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho các chất nền là nhựa

Các chất nền	Dung môi làm sạch	Xử lý chất nền
Axetal (copolymer)	Axeton	1. Mài. Phá bằng hạt mài hay hơi hoặc bằng vải mài sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Xử lý bằng dung dịch axit trong 10 giây ở 25⁰C: Kali dicromat75 Nước cất120 H₂SO₄ (96%)1500 Rửa nhẹ bằng nước cất, làm khô trong không khí.
Axetal (homopolymer)	Axeton	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Làm bóng kỹ thuật. Ngâm một phần trong dung dịch sau 5-30 giây ở 80-120⁰C: Peclo etylen96,85,4 dioxan3,0 p-toluen sunfonic axit0,05 Cab-o-Sil0,10 Thay đổi phần ngâm tới trên 120⁰C khoảng 1 phút. Rửa trong nước nóng, làm khô trong không khí ở 120⁰C.

Acrylonitrin butadien styren	Axeton	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 220 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Xử lý bằng dung dịch axit cromic khoảng 20 phút ở 60°C.
Xenlulo: xenlulo, xenlulo axetat, xenlulo axetat butylat, xenlulo nitrat, xenlulo propionat, etyl xenlulo	Metanol, isopropanol	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 220 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Sau qui trình 1, làm khô ở 100°C trong 1 giờ và dán keo trước khi làm lạnh nhựa đến nhiệt độ phòng.
Diallyl Phthalat, diallyl isophthalat	Axeton, metyl etyl xeton	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Epoxy	Axeton, metyl etyl xeton	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Etylen vinyl axetat	Metanol	Lót bằng keo dán epoxy và hợp nhất với bề mặt nhờ đun nóng trong 30 phút ở 100°C
Furan, ionome, nhựa melamin, SAN, polysunfon và vinyl cứng	Axeton, metyl etyl xeton	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Methyl penten	Axeton	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Ngâm 1 giờ ở 60°C trong: - Kali cromat 7,5 - H₂O 27,5 - H₂SO₄ (96%) 65,0 Rửa nhẹ trong nước và nước cất. Làm khô trong không khí ẩm 3. Ngâm 5-10 phút ở 90°C trong kali pemanganat (dung dịch đã bão hòa), axit hóa với H₂SO₄ (96%). Rửa nhẹ trong nước và nước cất, làm khô trong không khí. 4. Lót bề mặt bằng sơn trên nền nhựa ure focmandehyt pha loãng với cacbon tetraclorua.

Nhựa phenolic và phenolic melamin	Axeton, methyl etyl xeton, chất tẩy	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Loại lớp phủ bề mặt của sợi trước khi lưu hóa bề mặt. Phơi bề mặt liên kết mới.
Polyamit (nylon)	Axeton, methyl etyl xeton	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Lót bằng cách trải đều bột nhào dạng cao su cho liên kết với hỗn hợp isoxyanat. 3. Lót với keo dán resoxinol focmandehyt.
Polycacbonat	Metanol, isopropanol, chất tẩy	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Flocacbon: polyclotrifloetylen, polyvinyl florua, polymonoclo triflo etylen	Triclo etylen	1. Lau sạch với dung môi và xử lý với hỗn hợp sau trong 15 phút: Naphthalen (128g) pha loãng trong tetrahydrofuran (1l) rồi thêm natri (23g) khuấy đều trong 2 giờ. Rửa trong axeton để loại phần chất hữu cơ còn dư, rồi ngay lập tức rửa với nước cất hoặc nước để ion hóa. Trước khi liên kết khô, xử lý phần định dán trong khí lưu thông ở $37 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 1 giờ. 2. Lau sạch với dung môi và xử lý như ở bước một sau đó xử lý bằng các axit thương mại sau: Chất trợ liên kết Fluorobond Fluoroetch Tetraetch 3. Lót với keo dán epoxy và sơn lót bề mặt bằng nhiệt ở 370°C trong 10 phút 4. Phơi sáng như bước một sau đó dùng khí phóng xạ: Không khí (khô) trong 5 phút.

		Không khí (ấm) trong 5 phút. Oxit nitơ trong 10 phút Nitơ trong 5 phút 5. Phóng điện (50KV) trong 4 phút
Polyeste, polyetylen tetraphthalat	Chất tẩy, axeton, methyl ethyl xeton	1. Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Ngâm 10 phút ở 70-95 ⁰ C trong: NaOH 2 H ₂ O 8 Rửa nhẹ trong nước nóng và làm khô trong không khí nóng.
Polyeste clorinat	Axeton, methyl ethyl xeton	Xử lý bằng axit trong 5 phút ở 71 ± 3 ⁰ C trong: Kali dicromat 75 H ₂ O 20 H ₂ SO ₄ (96%) 1500 Rửa nhẹ trong nước và nước cất. Làm khô trong không khí.
Polyetylen, polypropylen, polyfocmandehyt	Axeton, methyl ethyl xeton	1. Tẩy nhờn bằng dung môi 2. Xử lý bề mặt bằng đèn xi (ngọn lửa oxi hóa oxyaxetylen) cho đến khi đạt bề mặt chất nền bóng. 3. Xử lý bằng axit như sau: Kali dicromat 75 H ₂ O 120 H ₂ SO ₄ (96%) 1500 Polyetylen và polypropylen: 60 phút ở 25 ⁰ C hoặc 1 phút ở 71 ⁰ C Polyfocmandehyt: 10 giây ở 25 ⁰ C
Polymethyl methacrylat (acrylic)	Axeton, methyl ethyl xeton, chất tẩy, methanol, tricloetylen, isopropanol	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Polypropylen	Triclo etylen	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.

Polyphenyl oxit	Methanol	Tẩy nhờn bằng dung môi
Polystyren	Methanol, isopropanol, chất tẩy	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.
Polysulfone	Methanol	Tẩy nhờn bằng hơi
Polyurethan	Axeton, methyl ethyl xeton	Làm mịn bằng vải hạt mài và tẩy nhờn bằng dung môi
Polyvinylclorua, polyvinyliden clorua, polyvinyl florua	Tricloethylen, methyl etyl xeton	1. Mùi. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Lau sạch với dung môi xeton.
Styren acrylonitrin	Tricloethylen	Tẩy nhờn bằng dung môi
Ure focmandehyt	Axeton, methyl ethyl xeton	Mài. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó tẩy nhờn bằng dung môi.

8.1.3. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho chất nền elastome

Các chất nền	Dung môi làm sạch	Xử lý chất nền
Cao su tự nhiên	Methanol, isopropanol	1. Mùi sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó lau sạch bằng dung môi. 2. Xử lý bề mặt 2-10 phút với axit sunfuric (96%) ở nhiệt độ phòng. Rửa cẩn thận với nước lạnh/ nước nóng. Làm khô sau khi đã được rửa trong nước cất. Phần axit còn lại có thể được trung hòa trong 10 phút trong NH_4OH sau đó rửa với nước nóng. 3. Xử lý bề mặt 2-10 phút với hồ được làm từ axit sunfuric và bari sunfat. áp hồ với lưới thép sau đó thực hiện như bước 2. 4. Xử lý bề mặt 2-10 phút trong: Natri hypoclorit

		HCl (37%) 1 H₂O 200 Rửa nhẹ với nước lạnh và làm khô
Butadien styren	Toluen	1. Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó lau sạch bằng dung môi. 2. Lót với keo dán butadien styren trong một dung môi béo 3. Xử lý bề mặt bằng axit từ 1-5 phút ở nhiệt độ phòng như phương pháp 2 của cao su thiên nhiên
Butadien nitrin	Methanol	1. Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó lau sạch bằng dung môi. 2. Xử lý bề mặt bằng axit 1-5 phút ở nhiệt độ phòng sau đó thực hiện theo bước hai của cao su tự nhiên.
Cao su butyl và clobutyl	Toluen	1. Lau bằng dung môi 2. Ngâm trong dung dịch sau ở 21-32°C khoảng 90-150 giây: HCl (37%) 0,3 NaClO (5,25%) 3,0 Nước cất 97,0 3. Lót với keo dán cao su butyl trong dung môi béo.
Closunfonat polyetylen	Axeton, methyl etyl	Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó lau sạch bằng dung môi.
Flosilicon	Methanol	Lót bằng flosilicon trên kim loại khi mà liên kết cao su không được đóng rắn.
Polyacrylic	Methanol	Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó lau sạch bằng dung môi.

Polybutadien	Methanol	Lau bằng dung môi
Polyclopren (neopren)	Toluen, methanol, isopropanol	- Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 100 grit sau đó lau sạch bằng dung môi. - Xử lý bề mặt bằng axit 5-10 phút ở nhiệt độ phòng sau đó thực hiện giống bước hai trong phần cao su tự nhiên.
Polysulfua	Methanol	Ngâm qua đêm trong nước clo đặc, rửa và làm khô.
Polyurethan	Methanol	- Mài sau đó rửa. Làm mịn bằng cát và vải hạt mài 280 grit sau đó lau sạch bằng dung môi. - Kết hợp closilan trong hệ keo dán elastome thường chỉ cần 1% về khối lượng.
Silicon	Axeton, methanol	- Sử dụng lớp lót (Chemlok 607, Lord Chemical Co.). - Xử lý với khí oxy hoạt động trong 10 phút.

8.1.4. Phương pháp chuẩn bị bề mặt cho các chất nền khác nhau

Các chất nền	Dung môi làm sạch	Xử lý chất nền
Các vật liệu xây dựng bằng gạch và gạch nung không tráng men	Metyl etyl xeton	Mài bề mặt bằng bàn chải thép, loại toàn bộ chất bẩn và các chất gây ô nhiễm.
Cacbon graphite	Axeton	Mài. Làm mịn bằng vải hạt mài 220 grit và tẩy nhờn sau khi đã loại chất bẩn.
Thủy tinh và hạt quartz (phi quang học)	Axeton	1. Mài bề mặt bằng vải mài và tẩy nhờn bằng dung môi. Làm khô 30 phút ở 100°C. Cung cấp keo dán trước khi làm lạnh thủy tinh ở nhiệt độ phòng. 2. Ngâm 10-15 phút ở 20°C trong: Natri dicromat 7 H₂O 7

		H ₂ SO ₄ (96%) 400 Rửa nhẹ trong nước và cất nước, làm khô cẩn thận.
Thủy tinh (quang học)	Axeton, chất tẩy	Rửa trong bể bằng chất tẩy có xử lý bằng sóng siêu âm, làm khô dưới 38°C.
Xeramic và sứ	Axeton	1. Mài bề mặt bằng vải mài và tẩy nhờn bằng dung môi. 2. Tẩy nhờn bằng dung môi hoặc rửa trong nước tẩy ẩm, rửa nhẹ và làm khô. 3. Ngâm 15 phút ở 20°C trong: Natri dicromat 7 H ₂ O 7 H ₂ SO ₄ (96%) 400

8.2. Sử dụng keo dán một thành phần

Việc lựa chọn phương pháp sử dụng keo dán hợp lý đóng vai trò quan trọng tương đương với việc chọn keo dán, nó quyết định sự hình thành của liên kết. Các chương trước đã khẳng định rằng lớp keo dán phải được sử dụng: (a) ở dạng lỏng, (b) đồng đều, (c) mỏng và (d) không để lại các khoảng trống.

Các yêu cầu này tưởng chừng đơn giản, tuy nhiên nó đòi hỏi rất nhiều nỗ lực mới đáp ứng được.

Việc sử dụng keo dán có thể được thực hiện từng phần một hoặc trên một nền liên tục, rộng lớn. Tuy nhiên không phải tất cả các hoạt động đều có thể chuyển được thành quá trình liên tục. Việc dán các đồ đặc chẳng hạn, lại đòi hỏi phải dán từng bộ phận. Trong những trường hợp như vậy, keo dán có thể được sử dụng bằng: (a) chổi, (b) súng phun, (c) nhúng, (d) bay, (e) dao, (f) trục lăn, (g) thiết bị sử dụng đặc biệt.

Trong tất cả các phương pháp này thì khó nhất là phải phủ một lớp keo dán đồng đều. Tuy nhiên, các ứng dụng kiểu này lại khó xác định được một lượng keo dán nhất định. Do đó, người ta thường phải đưa vào một lượng dư keo dán, sau đó sẽ loại phần keo dán dư bằng cách lau hoặc bằng một số phương pháp khác.

8.2.1. Dán liên tục

Trong một số trường hợp, có thể chuyển từ sử dụng keo dán bằng tay sang dán liên tục, tự động. Điều này không chỉ làm tăng tốc độ sử dụng

mà chất lượng cũng được cải thiện rất nhiều. Quá trình cơ học này bao gồm một số giai đoạn, phụ thuộc lẫn nhau, việc thảo luận chi tiết quy trình này sẽ giúp cho vấn đề chọn thiết bị dễ dàng hơn.

8.2.1.1. Bề mặt dán

Vật liệu (nền) được phủ keo dán cần phải được đưa tới thiết bị sử dụng. Cơ chế cấp liệu keo dán tốt phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- 1) *Tốc độ*. Nó phải bắt kịp với thiết bị sử dụng.
- 2) *Tính liên tục*. Nó phải chuyển bề mặt dán một cách liên tục, không được ngắt quãng. Mỗi lần ngắt quãng sẽ làm tăng chi phí hoạt động, làm sạch và khởi động.
- 3) *Đặt vị trí*. Phải chuyển bề mặt dán vào vị trí chính xác trên thiết bị phủ. Các thiết bị cơ động hay điện thường được sử dụng để duy trì bề mặt dán ở đúng vị trí.
- 4) *Kéo căng*. Phải duy trì lực căng đồng đều trên bề mặt dán. Điều này đặc biệt quan trọng đối với vải dệt mềm. Bất cứ thay đổi lực căng nào cũng có thể làm dịch chuyển vị trí, vật liệu nền không phẳng đều, bị nhăn hoặc làm đứt.

8.2.1.2. Thiết bị sấy

Trong hầu hết các trường hợp, keo dán được sử dụng từ một dung dịch. Cần phải làm bay hơi tất cả hoặc gần hết dung môi trước khi gắn các bộ phận với nhau. Thiết bị sấy sẽ đảm nhiệm chức năng này.

Mô hình thiết bị sấy thay đổi tùy thuộc bề mặt dán, tốc độ sấy mong muốn, loại dung môi cần loại bỏ và hàng loạt các yếu tố khác. Tuy nhiên, về cơ bản, các thiết bị sấy chủ yếu là các lò sấy với mục đích làm bay hơi dung môi. Đối với các keo dán nóng chảy, thiết bị sấy truyền thống có thể thay thế bằng một khoang làm lạnh.

8.2.1.3. Ứng dụng cho các sản phẩm

Các vật liệu phủ keo dán có thể được gắn ngay sau khi đưa ra khỏi thiết bị sấy. Tuy nhiên, trong một số trường hợp cần phải để một thời gian sau đó mới tiến hành dán, trong những trường hợp này, vật liệu sẽ được lưu kho hoặc xếp hàng.

Trong trường hợp các bề mặt dán xốp như giấy, một số màng hay gỗ thì có thể tiến hành dán sau đó mới sấy. Tuy nhiên việc này đòi hỏi các bộ phận của hệ phải được giữ ở vị trí chính xác trong quá trình sấy. Có

thể duy trì ở vị trí ổn định với sự trợ giúp của các trục lăn áp lực, bàn kẹp hay một số thiết bị tương tự.

8.2.2. Các thiết bị loại keo dư

Một trong số các phương pháp sử dụng keo dán trong quy trình dán liên tục là đưa một lượng dư keo dán lên bề mặt dán, sau đó loại bỏ phần keo dư. Việc này có thể được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau, nhưng ở đây chỉ đưa ra một số cách cơ bản. Tất nhiên cũng có thể kết hợp đồng thời các phương pháp cơ bản này.

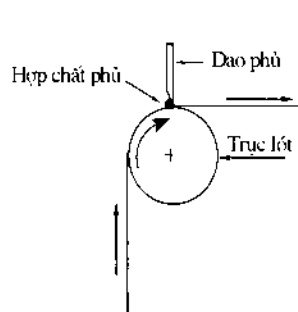
8.2.2.1. Thiết bị dạng dao

Đây có lẽ là thiết bị sử dụng keo dán đơn giản nhất. Trong hầu hết các trường hợp, keo dán được đưa lên nền một lượng rất dư. Có thể coi bề mặt dán chuyển động là một bề mặt chứa keo dán. Dao (thanh gạt) vừa có tác dụng phủ vừa làm phẳng lớp keo dán.

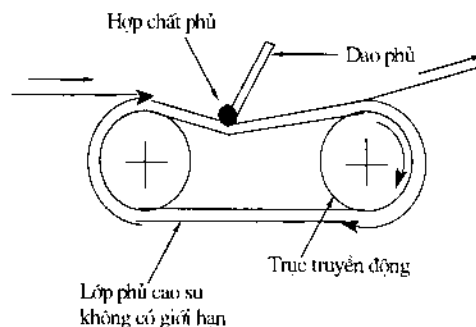
Phương pháp này có rất nhiều ưu điểm, chi phí lắp đặt ban đầu cũng như bảo trì rất thấp, thời gian làm sạch ngắn nhất. Hệ này có thể dùng cho bất cứ loại keo dán nào, từ loại rất loãng đến loại rất đặc. Nó có thể hoạt động ở tốc độ khá cao.

Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là khó tránh được các khoảng trống và keo dán được phân bố không đồng đều.

Dưới đây sẽ thảo luận về một số phương pháp cải tiến từ thiết bị dạng dao.



Hình 8.1. Thiết bị dạng dao

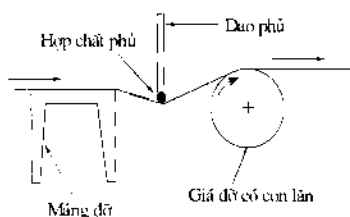


Hình 8.2. Thiết bị dạng dao phủ trên giá đỡ trên

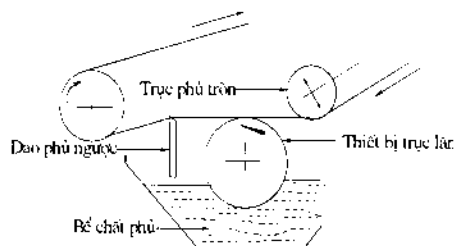
Dao có giá đỡ: Khái niệm này rất dễ dẫn tới sự hiểu lầm. Giá đỡ này không dùng cho dao mà dùng cho bề mặt dán. Vật liệu được phủ đi qua một giá đỡ, có thể là trục lăn, băng tải hay con chặn ở phía dưới dao (xem hình 8.1 và 8.2). Các thiết bị này đặc biệt thích hợp cho các bề mặt dán mỏng, mềm. Khối lượng phủ được kiểm soát bởi lực căng cũng như góc và chu tuyến của dao.

Thiết bị dạng dao không có giá đỡ: Ở đây bề mặt dán không có giá đỡ.

Ở thiết bị phủ “dao bề mặt” (hình 8.3), nên không được đỡ khi đi qua phía dưới dao. Đây có lẽ là kiểu sắp xếp đơn giản nhất. Tuy nhiên, bề mặt dán phải có độ bền kéo căng cao và độ giãn dài thấp. Lượng keo dán được áp dụng là một hàm của độ căng và các đặc trưng của dao.



Hình 8.3. Thiết bị dao di động



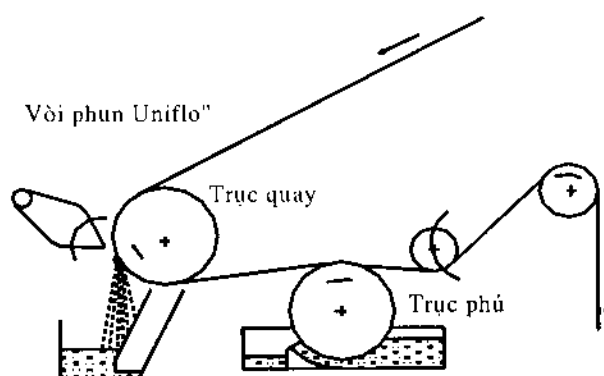
Hình 8.4. Thiết bị dao ngược

Sự sắp xếp “dao ngược” (hình 8.4) thường được dùng cho các keo dán có độ nhớt thấp hơn. Ở đây keo dán không được giữ lại trên bề mặt dán chuyển động. Trục lăn sẽ chuyển một lượng keo dán dư đủ mạnh lên bề mặt dán, dao được đặt ở vị trí có thể gạt được phần keo dán dư và chuyển nó trở lại máng.

Dao khí: Khí nén có thể được dùng thay cho thanh gạt thép để loại keo dán dư. Có rất nhiều mẫu thiết bị loại này, tham khảo hình 8.5.

Các thiết bị phủ dạng dao khí có một số hạn chế nhất định:

- Không thể dùng cho các keo dán có độ nhớt cao hay hàm lượng rắn cao.
- Không thỏa mãn hoạt động ở tốc độ vượt quá 1200 vòng/phút.
- Không hoạt động tốt đối với các dung môi hữu cơ có độ bay hơi cao.
- Không tạo được đường keo dán đồng đều cho những bề mặt không đồng nhất.

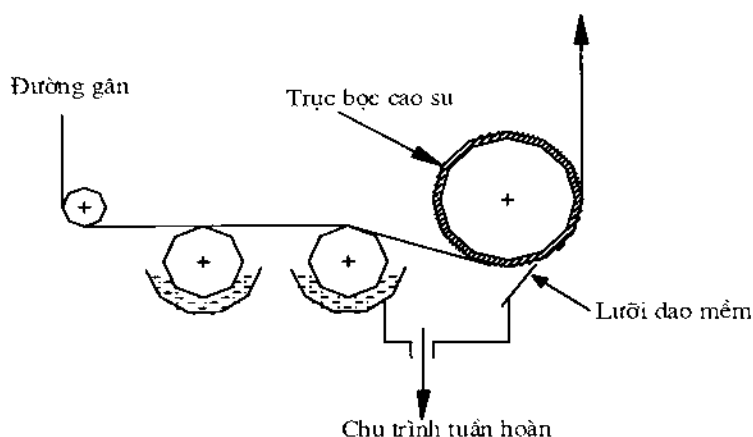


Hình 8.5. Thiết bị áp dụng dạng dao khí

Tuy nhiên, thiết bị dạng dao khí cũng có nhiều ưu điểm so với các thiết bị sử dụng khác và được dùng với những lí do sau:

- 1) Dễ vận hành
- 2) Giá thành lắp đặt và bảo trì không đắt
- 3) Kết quả đồng đều
- 4) Cho kết quả tốt khi sử dụng khối lượng thấp (từ $0,05-24,4 \text{ kg/m}^2$)
- 5) Tốc độ tương đối cao

Thanh gạt: Hình 8.6 mô tả thiết bị phủ dạng thanh gạt. Keo dán được đưa lên vải bằng các trục lăn trước khi tới thanh gạt. Thanh gạt linh động được đỡ bằng trục lăn phủ cao su và do vậy sẽ gạt phẳng keo dán, phần keo dán dư được đưa trở lại máng chứa.



Hình 8.6. Thiết bị áp dụng dạng dao

8.2.2.2. Thiết bị phun

Việc phun keo dán có nhiều hạn chế, một số khó khăn gặp phải là do:

- 1) Bị ngừng do đầu vòi bị tắc.
- 2) Lãng phí - bởi không thể phun vào vùng giới hạn.
- 3) Tạo lớp phủ không đồng đều.
- 4) Tốc độ chậm.
- 5) Hàm lượng dung môi cao - nguy cơ cháy cao, ảnh hưởng tới sức khỏe.

Tuy nhiên thiết bị dạng phun được sử dụng nhiều cho các hệ keo dán hai thành phần.

Đã có nhiều nỗ lực nhằm cải tiến hệ phun, khắc phục những hạn chế của nó. Một trong những biến đổi này là tạo ra một trục lăn chuyển và keo dán được phun lên trục lăn chứ không lên bề mặt dán. Phương pháp này thu được lớp phủ đồng đều hơn.

8.2.3. Các thiết bị phủ keo

Một phương pháp phủ keo phức tạp hơn là sử dụng một thiết bị xác định lượng keo dán trước khi trải nó lên bề mặt dán, như vậy sẽ có được lượng keo dán chính xác cho bề mặt dán.

8.2.3.1. Thiết bị dạng trục lăn

Một trục lăn quay trong thùng chứa keo hoạt động như một chổi không giới hạn. Nó nhúng vào thùng keo dán, mang theo keo dán và trải nó lên bề mặt dán, rồi sau đó keo dán được đưa lên vải. Trục lăn sạch lại được nhúng trở lại thùng chứa để bắt đầu một chu kỳ mới. Các thiết bị phủ dạng trục lăn thay đổi đôi chút so với phương pháp đo và chuyển keo lên bề mặt dán.

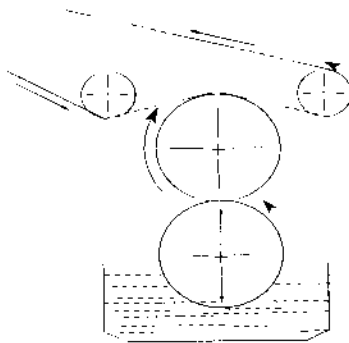
- *Phương pháp nhúng:* Đây là một thiết bị đơn giản nhưng lại không được thỏa mãn lắm. Bề mặt dán đi chuyển quanh trục lăn đã được nhúng một phần hoặc toàn bộ trong bể chứa keo dán. Do đó một hoặc cả hai mặt của vải có thể được phủ keo trong một lần đi qua. Đây không phải là phương pháp xác định trước lượng keo. Tốc độ hoạt động rất chậm và việc đo lượng keo dán sử dụng hầu như không thực hiện được.
- *Thiết bị dạng trục lăn tiếp xúc:* Thiết bị này bao gồm một hay nhiều trục lăn, trục lăn thấp nhất được nhúng vào thùng keo. Bề mặt dán đi qua dưới sức căng của trục lăn trên cùng. Cả vải và hai trục lăn tiếp

xúc đều chuyển động theo cùng một hướng. Màng keo dán được mang bởi trục chỉ chuyển một phần lên bề mặt dán. Ở đây không có hoạt động lau sạch mà có thể loại toàn bộ keo dán khỏi trục lăn. Thay vào đó khi nền tiếp xúc với trục lăn sẽ làm cho màng keo dán tách ra và chuyển một phần lên bề mặt dán.

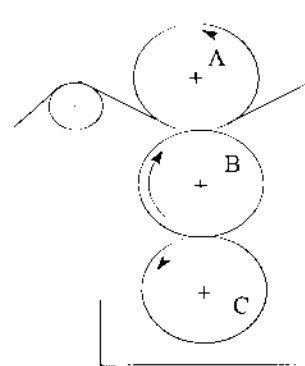
Hoạt động “tách” này là nguyên nhân tạo nên các “vết tiếp xúc”. Nếu keo dán có đủ độ chảy thì các vết này sẽ tự loại bỏ, còn nếu không phải đặt các thanh làm phẳng.

Việc đo lường keo có thể được thực hiện nhờ điều chỉnh khe tiếp xúc giữa hai trục lăn như ở hình 8.7. Điều này cũng có thể được khắc phục bằng cách lắp một trục lăn bọc cao su như ở hình 8.8.

- *Thiết bị dạng trục lăn ngược:* Thiết bị này bao gồm một hay nhiều trục lăn trong đó trục áp dụng quay theo hướng ngược chiều với nền, do đó tạo ra một hiệu ứng lau chùi chuyển toàn bộ keo dán từ trục lăn lên bề mặt dán.



Hình 8.7. Thiết bị tiếp xúc



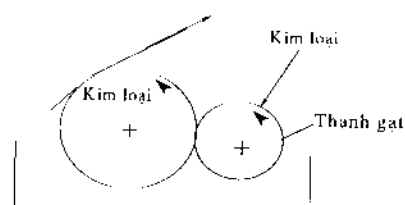
Hình 8.8. Thiết bị tiếp xúc

Từ thiết bị dạng trục lăn ngược, người ta đã tạo ra nhiều mẫu khác nhau cho những ứng dụng thực tế. Loại đơn giản nhất bao gồm một trục lăn đơn có hạn chế nhất định bởi nó không thể sử dụng một lượng keo dán xác định.

Việc sắp xếp hai trục lăn dọc và bề mặt dán đi qua giữa hai trục này được gọi là “thiết bị lăn cán”. Độ dày của lớp phủ được kiểm soát bởi khoảng cách giữa các trục lăn. Để đảm bảo lớp keo dán phải sử dụng ít nhất một trục lăn bọc cao su.

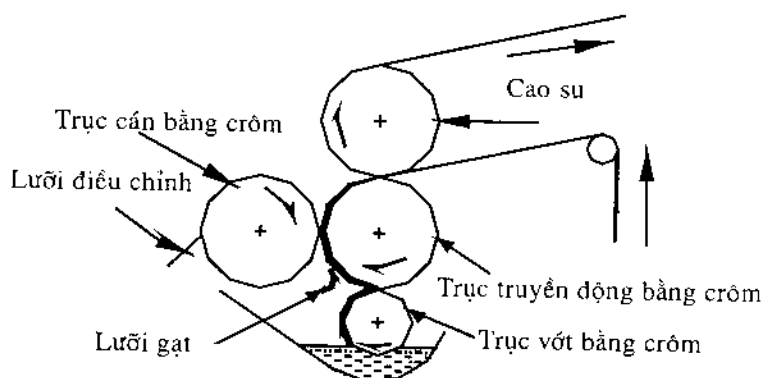
Việc xác định lượng keo có thể được thực hiện bằng cách sử dụng hai trục lăn và một thanh gạt như ở hình 8.9. Hai trục lăn đặt ngang chuyển

động cùng chiều và ngược với chiều chuyển động của nền. Độ dày của keo dán sẽ được quyết định không chỉ bởi khoảng cách giữa hai trục lăn mà còn bởi tốc độ chuyển động tương ứng của các trục lăn và nền và bởi độ nhớt của vật liệu phủ.



Hình 8.9. Thiết bị thanh lăn chuyển động ngược

Thiết bị sử dụng có thể được cải thiện bằng cách đưa thêm hai trục lăn nữa. Thiết bị ở hình 8.10 có các đặc điểm sau:



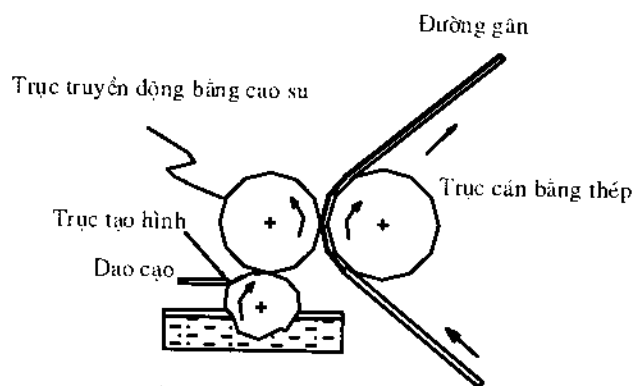
Hình 8.10. Thiết bị dạng đảo

- Trục lăn phía dưới nhỏ hơn so với thiết bị áp dụng hai hay ba trục. Điều này sẽ loại bỏ sự tạo vảy, giảm sự tạo bọt.
- Trục đo không phải là thanh đưa keo dán lên, do đó không bị vảy và có thể đo được lượng keo chính xác hơn.
- Trục lăn bọc cao su đảm bảo việc chuyển keo dán hoàn toàn, loại được các vết tiếp xúc, giảm yêu cầu về lực kéo căng cao.

Thiết bị sử dụng dạng trục lăn ngược có thể tạo lớp phủ keo dán từ dưới 1mm tới khoảng 20mm trong một lần chuyển qua.

- *Thiết bị dạng trục lăn khắc:* Phương pháp này được dùng cho các ứng dụng đòi hỏi lớp phủ không đồng nhất, thường là phủ khắc quay.

Bộ phận thiết yếu là một trục lăn khắc và một thanh gạt. Độ sâu và kiểu khắc sẽ quyết định lượng keo dán. Thanh gạt sẽ loại phần keo dư ở phía trên của mặt khắc. Việc chuyển keo dán có thể được thực hiện nhờ tiếp xúc trực tiếp với nền hoặc qua một trục lăn cao su "offset" trung gian.



Hình 8.11. Thiết bị áp dụng dạng trục lăn khắc

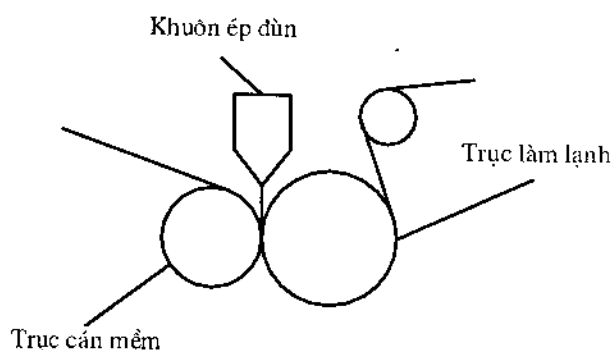
8.2.3.2. Thiết bị ép đùn

Phương pháp cơ học này có rất nhiều ưu điểm có thể áp dụng được. Keo dán được đưa trực tiếp từ đầu đùn lên bề mặt dán. Việc này được thực hiện với tác dụng của áp suất và nhiệt. Hợp chất nhiệt dẻo được làm chảy và được đẩy qua lỗ hờ lên bề mặt dán chuyển động. ở đây không cần sử dụng dung môi, cũng không cần phải sấy. Điều này làm giảm chi phí và giảm các nguy cơ xảy ra trong quá trình thực hiện. Nó cũng làm tăng tốc độ dán.

Đây là thiết bị đơn giản và dễ hoạt động, nhưng với điều kiện cả keo dán và bề mặt dán đều phải chịu được nhiệt độ cao.

Trên đây đã trình bày một số phương pháp sử dụng keo dán quan trọng. Khi lựa chọn thiết bị cần chọn loại phù hợp với yêu cầu. Có thể lắp đặt các thiết bị tự động ở những nơi có thể. Các thiết bị vận hành

bằng tay thường có độ chính xác không cao và lượng keo dán không đồng đều.



Hình 8.12. Thiết bị áp dụng dạng ép dòn

8.3. Các keo dán nhiều thành phần

Nhu cầu càng cao của keo dán hai thành phần như epoxy, polyurethan, polyeste đã thúc đẩy việc cải tiến phương pháp sử dụng cũng như các thiết bị sử dụng. Việc dùng các keo dán nhiều thành phần này sinh những vấn đề có liên quan đến giá thành. Việc khống chế giá thành và cải thiện hiệu quả sản xuất đòi hỏi phải chọn lựa chính xác thiết bị gia công.

Các công nghệ thực sự có hiệu quả khác xa so với các công nghệ tiêu chuẩn của vài năm về trước. Mặc dù mới chỉ có một vài thiết bị sử dụng là tự động hoàn toàn, tuy nhiên có rất nhiều thiết bị sử dụng bán tự động. Các nỗ lực cải tiến vẫn đang tiếp tục được thực hiện.

8.3.1. Chế tạo keo dán

- *Quá trình trộn:* Việc chế tạo keo dán nhiều thành phần bắt đầu và kết thúc bằng quá trình trộn. Nếu sử dụng chất độn là nhựa thương mại thì nên để thùng chứa đóng nắp trên thiết bị rời lắc và rung hỗn hợp trong một khoảng thời gian. Nếu người sử dụng trộn hợp với chất độn nhựa bazơ hoặc chất độn tăng cứng thì nên sử dụng các số liệu thực nghiệm hơn là lý thuyết để quyết định thiết bị yêu cầu. Tuy nhiên, có những trường hợp trộn cơ học không thỏa mãn, chẳng hạn như khi trộn sợi thủy tinh thì phải dùng máy trộn. Nghiên cứu cho thấy trộn cơ học có thể sử dụng cho hầu hết các quá trình trộn hợp bình thường bởi trộn cơ học thường dễ kiểm soát, giá thành thấp và có ứng dụng rất đa dạng vì thế nên sử dụng nếu có thể.

Thiết bị trộn cơ học thường chỉ bao gồm bộ phận điều chỉnh tốc độ, thường là bộ phận đẩy khí và một thùng chứa. Cũng có thể dùng thiết bị hút chân không để đẩy khí từ hợp chất trộn hợp. Thiết bị trộn đẩy khí thường an toàn hơn, giá thành thấp hơn và dễ kiểm soát hơn.

Để việc trộn đạt hiệu quả cao thì nhiệt độ hợp phần trong thùng trộn phải đồng nhất. Việc này có thể được thực hiện nhờ sử dụng chất lỏng bao quanh thùng. Một motor dẫn khí tạo lực cho máy trộn tới tốc độ, cao khi khuấy các chất độn dạng nhựa và sau đó giảm tốc độ lấy chất độn ra. Độ nhớt của hỗn hợp có thể tăng do sự tạo gel sớm, do hồng thiết bị gia nhiệt hay một số lý do khác, như vậy moto khí có thể bị hỏng, còn moto điện có thể bị cháy.

Với những ứng dụng mà thùng trộn được sử dụng lại thì có thể lựa chọn vật liệu. Do bề mặt phía trong không bị ăn mòn và bằng phẳng vì thế nên sử dụng vật liệu là thép không gỉ hoặc polyetylen.

- *Thông gió:* Cần phải đủ thông thoáng và khi hỗn hợp nhựa đang nóng thì có thể coi là không phân tán. Cần phải đẩy nắp thùng và hơi sẽ thoát ra qua ống dẫn.
- *Thời gian bảo quản:* Thời gian bảo quản của keo dán phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ, hàm lượng xúc tác, loại nhựa... Một trong những câu hỏi thường được đặt ra đối với các keo dán epoxy là làm thế nào để kéo dài thời gian bảo quản mà không tăng thời gian đóng rắn. Tất nhiên cũng đã có một số câu trả lời, trong đó phương pháp rõ ràng nhất là sử dụng chất đóng rắn kém hoạt động hơn. Nhưng nếu nhiệt độ đóng rắn không tăng thì thời gian đóng rắn sẽ lâu và như vậy sẽ tăng chi phí.
- *Quá trình loại khí:* Để đạt được đường keo dán với độ bền tối đa, cần phải loại tất cả khí khỏi keo dán trước khi tiến hành dán. Các khí này sẽ tạo các khoang trống trong đường đóng rắn và như vậy sẽ nhanh bị hỏng.

Hai phương pháp thường được dùng để loại khí là: phương pháp ly tâm và tác dụng áp suất cao.

Đối với các dây chuyền dán từng mẻ thì phương pháp ly tâm rất hiệu quả và thuận tiện. Người ta đã thiết kế các loại máy ly tâm để loại khí trong các chất hàn gắn.

Nếu như keo dán được loại khí ngay trong thùng trộn thì mức độ trộn phải đủ thấp để bọt nổi lên và vỡ trong quá trình trộn. Nếu mức trộn quá cao, bọt sẽ không vỡ. Do cần phải biết khi nào thì bọt vỡ nên bề chân không cần phải có hai cửa, một cửa để chiếu ánh sáng còn một cửa để quan sát bọt. Nếu thùng trộn và thùng lưu trữ là một thì sẽ giảm được chi phí thiết bị và diện tích để thiết bị.

- *Quá trình vận chuyển keo dán:* Việc sử dụng bơm để chuyển các keo dán nhiều thành phần thường có những hạn chế nhất định. Các chất độn có hoạt tính mài mòn đối với các phần chuyển động. Điều này đặc biệt đúng đối với các chất độn như silic. Các hợp chất trùng hợp không cần xúc tác hay nhiệt có xu hướng làm dính thành ống bơm và như vậy làm cho chúng không thể hoạt động được.

Việc vận chuyển có thể thực hiện hiệu quả dưới một số kiểu áp lực. Mặc dù nó đòi hỏi phải thiết kế đặc biệt, nhưng việc vận chuyển nhờ áp lực thực sự có thể loại được một số vấn đề xảy ra đối với các phương pháp bơm vận chuyển.

Keo dán epoxy có thể được chuyển từ thùng chứa ban đầu bằng bơm không khí. Khoảng cách chuyển càng ngắn càng tốt. Ống chuyển nên bằng phẳng và cần phải chống ăn mòn. Một số trường hợp cần phải sử dụng các thiết bị gia nhiệt để giảm độ nhớt và do đó giảm áp lực cần thiết để vận chuyển các vật liệu.

8.3.2. Thiết bị đo, trộn và phân tán

Việc sử dụng keo dán epoxy đã trở thành động lực cho sự phát triển các thiết bị sử dụng liên tục loại keo dán này. Có vô số lý do cho sự phát triển này. Với những dây chuyền qui mô lớn trộn bằng tay thì hiệu quả kinh tế không cao, ảnh hưởng đến sức khỏe, việc mắc lỗi là không thể tránh khỏi. Trộn thủ công thì không ổn định, mỗi người thực hiện khác nhau, và kể cả một người thực hiện lần này cũng khác lần khác.

Ngoài những lý do trên thì việc cần thiết có chu kỳ đóng rắn ngắn để đảm bảo hiệu quả sản xuất cũng dẫn đến việc chuyển sang thiết bị tự động. Chu kỳ lưu hóa ngắn đồng nghĩa với thời gian bảo quản cũng ngắn. Để tránh sự tạo gel sớm thì epoxy được trộn với một lượng tối thiểu chất đóng rắn. Với thiết bị đo, trộn và phân tán tự động, có thể giải quyết được các vấn đề thường xảy ra với trộn thủ công, tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt.

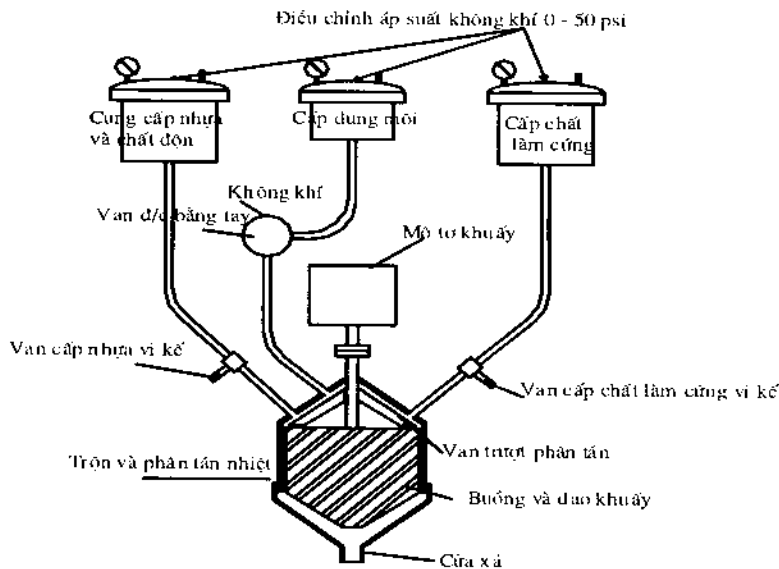
Tuy nhiên cần phải nhớ rằng không có một thiết bị nào có thể đáp ứng tốt cho tất cả các loại keo dán. Có quá nhiều sự khác nhau như: (1) tỷ lệ xúc tác so với hợp phần, (2) hàm lượng chất độn, (3) thời gian sống (4) nhiệt độ cần thiết (5) độ nhớt và còn cả tốc độ thực hiện.

Các thiết bị trộn cũng rất khác nhau. Với mỗi ứng dụng khác nhau thì cần phải nghiên cứu hoạt động của thiết bị bởi vì bất cứ thiết bị nào cũng có những hạn chế nhất định. Hiệu quả của mỗi bộ phận trong hệ thống thiết bị phụ thuộc vào mong muốn riêng, cấu tạo thành phần của keo dán và một số yếu tố khác.

- *Xác định khối lượng tự động:* bước đầu tiên khác với tiến hành dán thủ công đó là tự động xác định khối lượng, thành phần. Xác định

khối lượng và phân tán các thành phần chất lỏng trên một thiết bị cân định mức. Khi sử dụng chỉ cần đặt cân ở mức khối lượng chất lỏng yêu cầu rồi bấm nút điều khiển, từ đó vận hành một van điều khiển điện để phân tán chất lỏng và ngắt dòng khí đã đủ lượng chất lỏng. Sự sắp xếp này cho phép sử dụng nhiều van để kiểm soát khối lượng của một số thành phần.

- *Hệ tiêu chuẩn:* Thiết bị này sử dụng kết hợp tỷ trọng và áp suất thấp để đẩy vật liệu từ thùng dự trữ thép không gỉ qua các van kiểm soát dòng chảy. Dòng nhựa có xúc tác nên được vận chuyển liên tục chứ không nên vận chuyển với thời gian được đặt trước. Do đó khối lượng mỗi lần rót có thể thay đổi theo yêu cầu. Lượng keo dán phân tán được quyết định bởi sự vận hành của một bàn đạp điều khiển bằng chân. Tỷ lệ epoxy so với chất tăng cứng hay tác nhân đóng rắn được xác định trước bằng cách kết hợp điều chỉnh cả các van kiểm soát dòng chảy và áp suất (hình 8.13).



Hình 8.13. Thiết bị trộn áp lực tiêu chuẩn

- *Các thiết bị phân tán sử dụng bơm:* Thiết bị đo, trộn, phân tán đầu tiên là các ống bơm để chuyển một lượng nhựa và chất hoạt hóa xác định tới thiết bị trộn. Hiện nay, các ống bơm vẫn đang được sử dụng trong hầu hết các thiết bị phân tán. Có rất nhiều lý do cho việc sử dụng này, ví dụ như giá thành tương đối thấp và độ tin cậy cao. Cũng vẫn tồn tại một số hạn chế nhất định nhưng những hạn chế này có thể được khắc phục. Khi không sử dụng chất độn trong công thức keo dán thì nguy cơ ăn mòn là

rất ít. Qua các ghi chép thấy rằng khi sử dụng các chất độn ăn mòn thì dễ dàng đoán trước được ống bơm có thể sử dụng được trong bao lâu, tỷ lệ trộn sẽ thay đổi như thế nào và cuối cùng là khi nào cần phải thay thế ống bơm.

- *Dán chân không*: Dán chân không là một phương pháp được chú ý trong keo dán. Khi hoạt động, nhựa được đặt phía trên bình chứa còn các bộ phận được đặt ở phía đáy. Sau khi nắp được đẩy lại thì hệ được tạo chân không. Cần phải cẩn thận khi kiểm soát chân không để áp suất không giảm xuống thấp hơn áp suất bay hơi của các thành phần.

Trong suốt quá trình loại khí này, ngăn ở phía dưới cũng được loại khí. Các bộ phận cần dán được gia nhiệt tới nhiệt độ đã định trước trong khoảng từ 66-93°C. Việc này sẽ loại được ẩm và hơi. Thời gian loại khí và sấy thường dưới 30 phút. Khi các thành phần đạt tới nhiệt độ và hỗn hợp keo dán ngừng nổi bọt thì người vận hành mở nắp ở phía trên thùng chứa để cho hỗn hợp keo dán chảy xuống buồng dán.

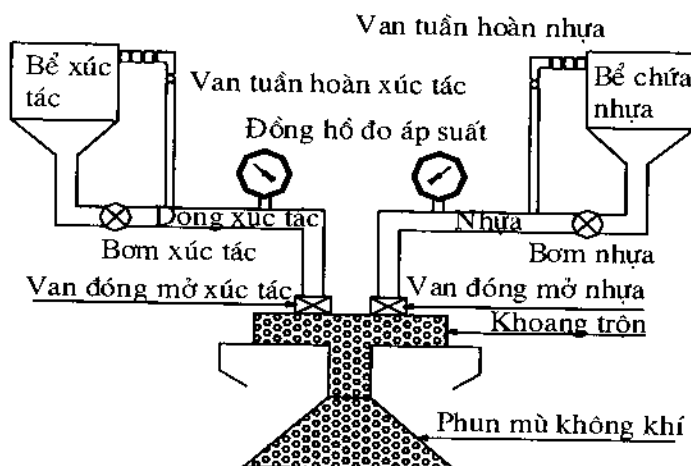
Người vận hành quan sát quá trình qua một cửa kính. Dòng nhựa chảy sẽ dừng lại vào thời điểm chính xác. Các bộ phận đã được dán vẫn được giữ lại trong ngăn dưới, tác dụng trong một giai đoạn cần thiết hoặc có thể được chuyển sang một lò sấy.

- *Thiết bị phun*: Để phủ những bề mặt rộng và không bằng phẳng bằng các keo dán epoxy thì cần phải dùng thiết bị phun. Nó bao gồm một súng phun, một thiết bị bơm và xác định tỷ lệ để cung cấp nhựa và chất hoạt hóa cho súng phun. Khi hoạt động, dòng phun được tạo ra do áp suất khí hoặc thủy lực ngược dòng keo dán được đẩy qua đầu phun bằng các bơm hoặc các thiết bị điện thế dương. Việc trộn dòng, nhựa và chất hoạt hóa được thực hiện bằng phương pháp cơ học và thủy lực.
 - Phun mù không khí: Các súng phun đầu tiên chỉ có thể dùng cho các keo dán có độ nhớt thấp. Sau này các súng phun được phát triển bằng cách phun mù không khí. Các phương pháp phun nhựa có độ nhớt thấp để tránh việc hình thành các bọt khí thường tạo ra ở những vật liệu có độ nhớt cao. Thậm chí ngày nay khi các keo dán có độ nhớt thấp được sử dụng bằng phương pháp phun thì phương pháp phun mù không khí vẫn được dùng phổ biến nhất.

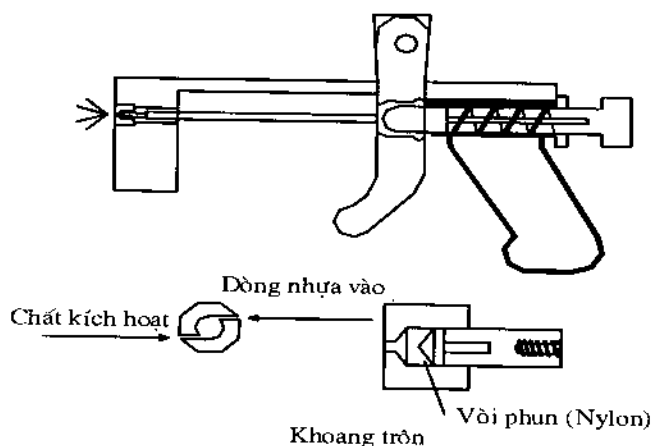
Súng phun điển hình có dạng hình 8.14, 8.15.

- Phun mù thủy lực: Một ví dụ đặc trưng nhất của phun mù thủy lực đó là việc phun nước từ một máy bơm bình thường được lắp một đầu vòi. Nếu dòng chất lỏng được đẩy qua một đường cung cấp với đường kính và vận tốc xác định, vận tốc của dòng tăng khi dòng này

qua đoạn ống có đường kính bé hơn. Nếu dòng chảy qua một đầu được thiết kế thích hợp thì vận tốc của dòng chảy sẽ tăng tới mức tạo lực phun và kiểu phun sẽ được phát triển phù hợp theo yêu cầu.



Hình 8.14. Sơ đồ vận hành súng phun mù không khí "phun chảy"



Hình 8.15. Thiết bị súng phun

- **Quá trình đông rắn:** Sau khi được phun thì keo dán phải đông rắn trước khi sản phẩm hoàn thiện được vận chuyển. Các keo dán epoxy phụ thuộc vào sự đông rắn tối ưu, do đó có thể đạt được các tính chất ưu việt của chúng. Sự đông rắn ban đầu của các tấm epoxy ở mức vừa phải sẽ tạo ra các sản phẩm có tính chất phù hợp với các điều kiện sử dụng ở mức vừa phải. Tuy nhiên ở nhiệt độ cao, độ bền hóa học và

các đặc tính cơ lý chỉ có thể đạt được khi các epoxy đóng rắn hoàn toàn.

Các tính chất đặc biệt có thể đạt được bằng cách đóng rắn tiếp ở nhiệt độ cao. Các quá trình đóng rắn cần phải được thực hiện chính xác và phải theo dõi chặt chẽ. Cho tới nay hầu hết các bộ phận cần đóng rắn nhiệt đều được xử lý trong các lò điện hay ga.

Xu hướng sử dụng keo dán đóng rắn nhiệt tăng lên đã dẫn đến việc sử dụng các kênh đóng rắn gia nhiệt bằng đèn hồng ngoại, các ống thạch anh hay các thiết bị gia nhiệt truyền thống.

- *Bảo hộ:* Việc xử lý và sử dụng các hệ keo dán nhiều thành phần có thể được tiến hành thành công nếu như người vận hành thực hiện đúng qui trình khi tiếp xúc với các hợp chất có hại:

- 1) Trang bị bảo hộ đầy đủ.
- 2) Môi trường làm việc sạch sẽ.
- 3) Tạo khu làm việc với điều kiện có thể dễ dàng vệ sinh thiết bị.
- 4) Luôn sẵn có xà phòng, kem bảo vệ da và khăn sạch.
- 5) Thiết lập một hệ thống có thể giám sát khu vực làm việc và quá trình thực hiện.

Nhất thiết phải tạo thói quen làm việc sạch sẽ và trang thiết bị làm việc phải đầy đủ.

Người ta nhận thấy rằng, các chất hoạt hóa, thường là các amin, là các tác nhân chính gây bệnh đối với người làm việc trong môi trường epoxy. Phương pháp bảo vệ tốt nhất là giữ vệ sinh sạch sẽ nơi làm việc.

- *Bảo dưỡng và phát hiện các vấn đề trực trực:* Có một số điểm cần phải lưu ý:
- 1) Trước khi gọi người sửa chữa thì phải chắc chắn rằng vấn đề không phải là do hết nhiên liệu hay do mất điện.
 - 2) Giữ cho thiết bị sạch sẽ, bảo dưỡng đầy đủ.
 - 3) Việc bảo dưỡng cần phải được thực hiện bởi kỹ sư lành nghề và phải thường xuyên.
 - 4) Xác định giới hạn cần bảo dưỡng và thời gian bảo dưỡng.

8.3.3. Gợi ý cho việc mua thiết bị

Nếu đang xem xét sử dụng thiết bị điện, thủy lực, cơ học hay khí thì cần phải chắc chắn trả lời được các câu hỏi dưới đây:

- a) Các câu hỏi liên quan đến keo dán
- 1) *Keo dán*. Các bộ phận có tương hợp với các thành phần keo dán không?
 - 2) *Các chất khác*. Làm thế nào để giữ sạch hệ. Nếu có các thành phần lạ trong thành phần của keo dán thì nguy cơ ảnh hưởng là gì.
 - 3) *Độ nhớt*. Sẽ có thay đổi gì về độ nhớt của các thành phần keo dán. Có cần thiết phải làm cân bằng không. Nếu như cần thì sẽ thực hiện như thế nào?
- b) Câu hỏi liên quan đến thiết bị
- 4) *Làm sạch*. Khi có vấn đề, có thể tiến hành làm sạch trong bao lâu. Làm thế nào để phát hiện vấn đề sắp xảy ra.
 - 5) *Làm cứng*. Từ kinh nghiệm, chúng ta có thể xác định vấn đề sẽ xảy ra ít nhất một lần. Khi nó xảy ra sẽ như thế nào. Có thể tránh lặp lại hiện tượng này không? Có thể ngăn chặn bằng cách nào?. Cần xem xét ảnh hưởng của việc mất điện.
 - 6) *Rút ra*. Khi cần, liệu có thể dễ dàng rút các thành phần của keo dán ra mà không bị trộn lẫn.
 - 7) *Đầu ra*. Kiểu ra là liên tục, bán tự động hay gián đoạn. Nếu là gián đoạn thì có ảnh hưởng đến độ nhớt của sản phẩm và giảm năng suất mong muốn không?
 - 8) *Kiểm soát chất lượng*. Tỷ lệ có khác nhau không? Nếu vì mục đích kiểm soát chất lượng thì có cách nào thuận tiện để kiểm tra.
 - 9) *Rò rỉ*. Nếu dùng thủy lực hoặc áp suất khí thì sự rò rỉ có ảnh hưởng gì? Nếu đòi hỏi nguyên tắc áp lực thì sẽ phải thực hiện như thế nào.
 - 10) *Nhiệt độ*. Có cần kiểm soát nhiệt độ không?
 - 11) *Tuổi thọ*. Bộ phận nào trong thiết bị có tuổi thọ ngắn nhất? Có thể dễ dàng thay thế bộ phận hỏng không? Chi phí trực tiếp và gián tiếp là gì? Có thể phát hiện hỏng hóc bằng cách nào?
- c) Câu hỏi liên quan đến vận hành thiết bị
- 12) *Người vận hành*. Liệu rằng người chủ có thể sử dụng thiết bị được không hay phải cần đến một kỹ sư, một người lắp ráp và một người bảo dưỡng?
- d) Câu hỏi liên quan đến nhà sản xuất
- 13) *Hồng học*. Nếu có hỏng hóc gì thì có được cung cấp bản vẽ chi tiết danh mục các bộ phận không?. Khi các nhà sản xuất đưa ra các bộ phận mới thì có vấn đề gì đối với khả năng thay đổi cho nhau.

- 14) *Các bộ phận dự phòng.* Các nhà sản xuất có cung cấp các bộ phận dự phòng kèm theo thiết bị không?
- 15) *Dịch vụ sửa chữa tại chỗ.* Nhà cung cấp thiết bị có chính sách gì về dịch vụ sửa chữa tại chỗ.
- 16) *Bảo hành.* Bảo hành bao gồm những yếu tố gì?
- 17) Câu hỏi liên quan đến người sử dụng.
- 18) *Tiết kiệm.* Thiết bị có cần thiết đối với mình không? Liệu nó có tiết kiệm tiền và tăng thu nhập cho mình không.
- 19) *Hợp tác.* Nhà cung cấp thiết bị có cùng làm việc với mình không? Tại sao?

8.4. Cán dán nhiều lớp

Cán là quy trình kết hợp hai hay nhiều lớp vật liệu thành một composít mới. Các lớp này có thể giống hay khác nhau. Do đó sản phẩm mới sẽ có các tính chất đặc biệt không có riêng ở bất cứ một thành phần nào. Nhu cầu đối với các vật liệu mới có các tính chất đặc biệt đã dẫn tới xu hướng ngày càng phát triển của các tấm cán mới.

Có hai loại sản phẩm cán cơ bản. Một loại là sự kết hợp của tất cả các vật liệu mềm dẻo, còn một loại sử dụng ít nhất một vật liệu cứng. Sự khác biệt này không chỉ dẫn tới thay đổi ở sản phẩm tạo thành mà còn thay đổi cả phương pháp sản xuất.

8.4.1. Cán tấm mềm

Giấy, màng nhựa, vải và kim loại dát mỏng là các ví dụ về các tấm mềm được kết hợp để tạo ra các tấm cán. Các vật liệu dạng tấm này có thể được chuyển bằng quá trình sản xuất liên tục, tốc độ máy có thể đạt tới 5 m/giây.

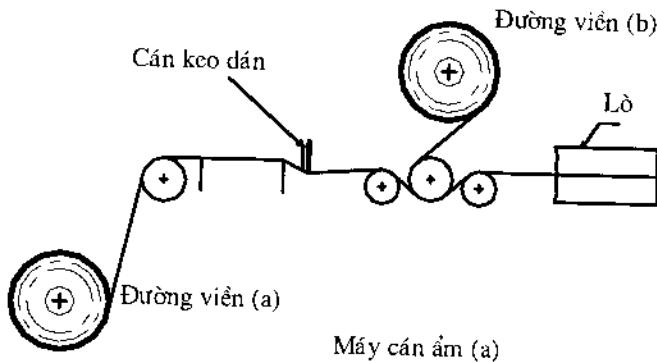
Một số phương pháp cán thường được sử dụng ngày nay:

- *Cán ướt.* Dung dịch keo dán được áp dụng cho một hay cả hai bề mặt cần dán. Nếu cả hai bề mặt đều không xốp thì phải đợi dung môi bay hơi hết sau đó mới tiến hành dán hai mặt với nhau.
- *Lớp phủ keo dán hoạt hóa lại.* Nền được bôi keo dán sẵn từ trước và một trong những ứng dụng chính là các đế can. Đế can là giấy in được phủ tinh bột và gồm arabic. Một trong những ứng dụng của nó là dùng để in các mẫu hoa văn lên đồ gốm trước khi nung.
- *Keo dán nóng chảy.* Keo dán được sử dụng là 100% rắn. ở đây dùng nhiệt tác dụng để làm chảy mềm keo dán. Sáp, asphan, polyetylen, polyvinyl axetat và các polyamit có thể được dùng làm keo dán nóng chảy.

- *Lớp phủ nhiệt dẻo.* Một lớp keo dán mỏng phủ trên bề mặt nền được hoạt hóa lại bằng nhiệt ngay trước khi dán vào nền khác. Polyetylen và sáp là các đại diện đặc trưng.
- *Màng hay tấm nhiệt dẻo.* Một trong hai bề mặt nền được làm mềm bởi nhiệt cộng với lực tác dụng và do đó hoạt động như chất liên kết chính nó. Ví thể tấm polyvinyl butyral dẻo hóa được kẹp vào giữa hai tấm kính để làm kính an toàn.

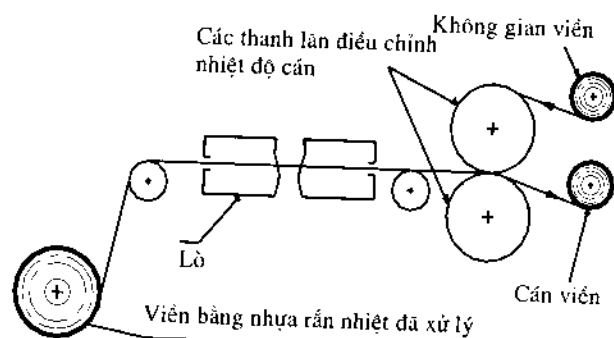
8.4.1.1. Cán ướt

- Đây có lẽ là phương pháp cán phổ biến nhất, đặc biệt đối với các nền xốp như giấy. Thiết bị cán đặc trưng được biểu hiện trên hình 8.16.a. Nó bao gồm hai hay nhiều giá đỡ không cuốn, một hay nhiều bộ phận áp dụng keo dán, một ngăn kết hợp ở đó các nền được đưa vào tiếp xúc với nhau dưới áp lực, một ngăn sấy và một bộ phận cuốn lại. Thực tế, có rất nhiều thiết bị giống thiết bị này đang được sử dụng. Ví dụ thiết bị sấy có thể được đưa lên trước giai đoạn kết hợp. Đặc biệt có thể kết hợp đưa vào một số bộ phận như máy in hay thiết bị tạo hình.
- Thiết bị không cuốn: phải có khả năng vận chuyển nền liên tục dưới lực căng được kiểm soát. Việc điều chỉnh nền là cần thiết để có thể duy trì được hướng hợp lý. Một hệ tải đơn giản và các phương tiện nối là rất cần thiết trợ giúp cho việc cuốn.



Hình 8.16.a. Máy cán ẩm

- Thiết bị sấy: Thường thì không có vấn đề gì xảy ra đối với nền được phủ keo dán. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, khả năng thấm, khả năng nhạy nhiệt và dung môi hay các đặc tính khác của vật liệu có thể chi phối sự chọn lựa.



Hình 8.16.b. Máy cán nhựa nhiệt dẻo

Loại và kích thước của thiết bị sấy phụ thuộc vào loại keo dán, dung môi, tốc độ hoạt động, nền và một số yếu tố khác. Các lò sấy chống nổ là cần thiết để giữ an toàn khi sử dụng dung môi. Nguồn nhiệt có thể là gas, dầu hay điện. Có thể gia tăng sự bay hơi của dung môi bằng cách đưa qua dòng khí nóng với vận tốc cao ngược với dòng chuyển động của nền. Không khí bão hòa dung môi được thải qua ống khói. Ở các hệ lớn hơn, có thể tiết kiệm bằng cách thu hồi dung môi từ pha hơi. Ở các hệ khác, để giảm chi phí nhiên liệu và tận dụng dung môi, hơi bão hòa được quay vòng qua thiết bị đun nóng ngọn lửa. Do đó, không khí còn lại trong dung môi sẽ cháy và tăng thêm nhiệt cho hệ. Các hoạt động này rất nguy hiểm, mặc dù sử dụng các thiết bị an toàn nhưng vẫn có nhiều tai nạn xảy ra.

Các hệ lỏng an toàn hơn nhưng đòi hỏi nhiệt tác dụng nhiều hơn và thời gian sấy lâu hơn. Do vậy thiết bị sấy có tốc độ chậm hơn có thể sử dụng lò kín bởi nước bay hơi không gây nên nguy cơ cháy và không ảnh hưởng đến sức khỏe. Khi làm việc với giấy hay các nền xốp khác thì thiết bị sấy thường được đặt sau giai đoạn gắn các nền với nhau. Sau đó vật liệu đã cán được đưa qua trống sấy và dung môi bay hơi qua các lỗ xốp của nền.

Đôi khi thiết bị sấy không chỉ loại dung môi mà còn đông rắn keo dán đóng rắn nhiệt. Nhiệt độ đóng rắn có thể cao hơn nhiệt độ cần thiết để loại dung môi và cũng cần thời gian sấy lâu hơn.

Không cần bất cứ thiết bị sấy nào để cán nóng chảy. Sau khi đưa qua các trục lăn áp lực, vật liệu đã cán được làm lạnh để đông rắn keo dán nóng.

Thiết bị kết hợp sẽ gắn các nền mềm dẻo với nhau tạo nên một lớp vật liệu mới. Khi dán thì keo dán phải ở thể dính, mặc dù hầu hết dung

môi đã bay hơi. Có thể dùng các trục lăn áp lực được gia nhiệt để dán các keo dán hoạt hóa nhiệt. Nếu như có ít nhất một bề mặt là nền xốp thì một lượng đáng kể dung môi, đặc biệt là nước còn lại ở thời điểm dán có thể chấp nhận được. Khoảng kết hợp bao gồm hai hay nhiều trục lăn sắp xếp theo trật tự sao cho có thể tác dụng được lực lên các nền cần dán.

Bảng 8.1. Các phương pháp liên kết vinyl và vải

	Cán tráng	Nhựa nhiệt rắn	Dạng ẩm
Tốc độ sản xuất	Cao	Cao	Thấp
Liên kết	Cao	Trung bình	Cao
Làm thủ công	Bền	Bền	Mềm
Keo dán thương mại	Tốt	Kém	Tốt
Tính ổn định	2 lớp	Chưa cán	Chưa cán
Vốn đầu tư cơ bản	Rất cao	Thay đổi	Thấp

Các ưu điểm của quá trình cán ướt được đưa ra ở bảng 8.1, trong đó so sánh cán ướt, cán nhiệt dẻo và cán để kết hợp màng vinyl với vải. phương pháp cuối cùng keo dán được đưa trên vải và liên kết được hình thành khi vinyl được đưa xuống từ thiết bị cán. Nhược điểm của cán ướt là tốc độ không cao, tuy nhiên nó cho lợi ích kinh tế cao, sản phẩm có chất lượng tốt, đòi hỏi vốn đầu tư ít.

Tầm quan trọng của việc chọn keo dán thích hợp được đưa ra ở bảng 8.2.

Bảng 8.2. Các keo dán cho lớp cán của vinyl và vải

	Nhũ tương copolyme vinyl clorua	Plastisol polyvinyl clorua	Dung dịch polyvinyl clorua	Latex cao su tổng hợp
Liên kết	Cao nhất	Thấp	Cao	Khá
Phương pháp thủ công	Khá	Rất mềm dẻo	Thay đổi	Thay đổi
Vùng tác dụng	Tốt	Kém	Tốt	Tốt
Chịu nước	Khá	Tốt	Tốt	Khá
Gia công cơ học	Tốt	Tốt	Kém	Kém

8.4.1.2. Cán nóng chảy

Phương pháp này đã được thực hiện nhiều năm nay với sáp và nhựa có độ bền keo dán thấp. Việc đưa nhựa nhiệt dẻo vào keo dán chất lượng cao đã đẩy mạnh sự phát triển của phương pháp này. Cán nóng chảy cho rất nhiều đặc điểm mong muốn. Do không cần phải làm bay hơi dung

môi nên phương pháp này có tốc độ cực kỳ cao, không gây nguy cơ cháy, không ảnh hưởng đến sức khỏe, giảm giá thành keo dán, giảm chi phí hoạt động (không cần lò sấy).

Phương pháp cán lá kim loại đang có xu hướng tăng lên. Cấu trúc kẹp của lá kim loại và giấy đang được sử dụng rất rộng trong công nghiệp bao gói bởi:

(1) Độ ẩm và khả năng bay hơi thấp; (2) Bền dầu mỡ; (3) Không mùi vị, không độc; (4) Không bắt cháy; (5) Độ bền kéo cao; (6) Nhẹ; (7) Không gỉ; (8) Chi phí thấp; (9) Độ bền kích thước và (10) Tính thẩm mỹ.

Việc cán màng nhựa tạo ra sản phẩm composit kết hợp được các tính chất ưu việt của mỗi thành phần, do đó ta có thể cán polyetylen với màng polyeste để tạo sản phẩm mới có độ bền nhiệt của polyetylen và có tính ổn định kích thước của màng polyeste.

Hầu hết các băng xenlophan dùng để mở bao thuốc lá và một số đồ bao gói khác đều là vật liệu cán. Hai tấm xenlophan mỏng không màu được cán với sự trợ giúp của keo dán màu để tạo ra sản phẩm chắc hơn mỗi tấm đơn tương ứng. Phương pháp này cho phép giảm hao hụt và tạo sản phẩm có nhiều màu sắc đa dạng.

8.4.2. Các tấm cán cứng

Gỗ, kim loại, nhựa và các vật liệu cứng khác được kết hợp với nhau tạo nên các tấm cán dùng cho mục đích xây dựng và trang trí. Một số ưu điểm của các vật liệu cứng bao gồm: (1) Tăng tỷ lệ lực khối lượng; (2) Tăng độ bền thời tiết; (3) Có hiệu quả kinh tế nhờ tận dụng các vật liệu phẩm chất thấp và (4) Có hiệu quả kiến trúc đặc biệt.

8.4.2.1. Cán gỗ

Việc cán gỗ được thực hiện từ nhiều năm nay và đã tạo nên một lượng lớn tấm cán cứng. Vật liệu thô cũng như phương pháp sản xuất thay đổi tùy thuộc vào mục đích sử dụng, nhưng giai đoạn dán là gián đoạn.

- **Keo dán gỗ:** Có rất nhiều vật liệu keo dán đang được dùng cho ngành công nghiệp này. Việc lựa chọn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: truyền thống, giá thành, qui mô sản xuất, yêu cầu sử dụng. Một số keo dán quan trọng sử dụng cho cán gỗ được cho trong bảng 8.3.

Một keo dán gỗ lý tưởng cần phải có những đặc điểm sau: (1) Giá thành thấp, (2) Thời gian bảo quản lâu, (3) Nhanh bám dính, (4) Đóng rắn nhanh ở nhiệt độ tương đối thấp, (5) Liên kết bền và (6) Khả năng dán tốt chất nền khác nhau.

Bảng 8.3. Keo dán cho gỗ cán

Loại keo dán	Các sản phẩm	Nhược điểm
Động vật	Gỗ xẻ	Chịu ẩm thấp
Tinh bột	Gỗ dán	Chịu ẩm thấp
Cazein	Gỗ cây (phía trong)	Chịu ẩm thấp
Đậu nành	Gỗ dán mềm	Chịu ẩm thấp
Ure	Gỗ dán cứng dạng bìa hạt	Chịu ẩm và nhiệt thấp
Ure/ melamin	Gỗ dán cứng	Giá thành cao
Phenol	Gỗ dán mềm dạng bìa hạt	Màu tối, ép nóng
Phenol/ resole	Gỗ cây (lớp ngoài)	Màu tối, giá thành cao
PVAc	Cửa	Chịu ẩm và nhiệt thấp, độ rão thấp

- *Phương pháp sử dụng:* Các phương pháp sử dụng lỗi thời như quét, trát và nhúng đang dần nhường chỗ cho phương pháp sử dụng trực lẫn. Phương pháp phun keo cũng khá phổ biến, đặc biệt trong các hệ nhiều thành phần. Các phương pháp sử dụng này đòi hỏi keo dán ở thể lỏng. Mặc dù nồng độ và loại dung môi có thể thay đổi nhưng cán để loại dòng chảy vẫn còn tồn tại.

Trong một phương pháp khác, keo dán được phân tán thành lớp màng khô, mỏng. Kết cấu hoàn thiện được tác dụng nhiệt và áp lực để hoạt hóa keo dán và tạo liên kết bền vững. Phương pháp này cho phép phân tán nhanh hơn và tạo lớp keo dán đồng đều hơn, không mất thời gian sấy.

Các sản phẩm của gỗ cán bao gồm:

- *Gỗ dán:* Nó được làm từ một số lớp gỗ mỏng, đôi khi có kết hợp lõi mủn của. Thường thì thứ của lớp gỗ này bao giờ cũng được đặt vuông góc so với thứ của lớp gỗ tiếp theo, do đó tăng tính ổn định các chiều của sản phẩm. Thường thì một số lớp gỗ nhất định được sử dụng. Các loại gỗ dán và các keo dán tương ứng được đưa ra trong bảng 8.4. Xu hướng công nghiệp là cải thiện chất lượng và tạo ra các tấm gỗ có độ bền sử dụng lâu hơn.

Các keo dán bền hay không thấm nước là loại mà qua kiểm tra cho thấy có độ bền thời tiết tốt, chịu vi khuẩn, chịu được nhiệt độ nóng và lạnh. Các keo dán này thường bền hơn cả gỗ mà nó được dùng để dán.

Các keo dán chịu ẩm cho độ bền đáng kể với một số điều kiện khắc nghiệt trong một khoảng thời gian nhất định nhưng nó sẽ bị hỏng dần và cuối cùng là mất tác dụng. Các keo dán yếu thường sẽ hỏng hoàn toàn khi chịu tác dụng của nước.

Bảng 8.4. Một số loại gỗ dán

Loại	Chất lượng đường keo	Sử dụng các keo đặc thù
Gỗ mềm		
Lớp ngoài	Bền	Nhựa phenolic
Lớp trong	Chịu nước	Đậu nành hoặc phenolic
Gỗ cứng		
Loại I	Hoàn toàn không thấm nước	Phenolic hoặc melamin - ure
Loại II	Chịu nước	Ure
Loại III	Chịu ẩm	Cazein, ure

- **Gỗ tấm.** Việc cán tấm bao gồm cả việc dán keo vào phần đầu hay cuối mảnh gỗ để tạo các tấm gỗ rộng hơn từ những mảnh nhỏ. Nó còn bao gồm việc cán một vài tấm gỗ để tạo nên các cấu trúc đặc biệt. Các sản phẩm này vẫn chưa thực sự thích hợp cho hoạt động liên tục. Các keo dán được sử dụng bằng các thiết bị bán tự động hoặc thủ công đã đề cập từ trước. Các tấm gỗ được gắn và giữ tiếp xúc dưới áp lực trong một khoảng thời gian. Phương pháp giữ phổ biến là dạng kẹp, quá trình này thường được tăng tốc nhờ gia nhiệt.

8.4.3. Cán kim loại

Kim loại có thể được cán với kim loại, với gỗ, với nhựa hay các vật liệu khác. Việc cán này có thể cho mục đích trang trí hay sử dụng. Do các kim loại không xốp nên keo dán và phương pháp cán phải khác so với khi sử dụng cho gỗ với bề mặt xốp. Các keo dán có thể là nitrin phenolic, keo dán cao su hay epoxy. Các keo dán chứa dung môi bay hơi làm chậm việc tạo kết cấu. Do bề mặt kim loại không xốp nên sau khi sử dụng keo dán phải đợi dung môi bay hơi hết rồi mới tiến hành ghép các bề mặt với nhau nếu không dung môi sẽ bị giữ lại ở giữa lớp keo dán.

8.5. Các hợp chất xảm

Từ “xảm” (calk) chỉ hoạt động khi đưa nhựa sồi, sợi bông bện, sơn ta, asphan vào giữa các tấm ván tàu hay thuyền. Phương pháp bít các khe hở này cuối cùng đã phát triển nên các hợp chất asphan, được tạo ra từ asphan dư trộn với sợi amiăng và các chất màu khác. Tuy nhiên trong suốt thời gian qua các hợp chất bít đã được phát triển từ dầu hay các nhựa dầu. Một lượng lớn các hợp chất gắn bít loại này đã được sử dụng để bít các khe hở quanh cửa sổ trong nhà và cho rất nhiều các khe hở khác nhau trong xây dựng. Quá trình bít diễn ra sau khi việc xây dựng

được hoàn thành và là hoạt động rất quan trọng nhằm ngăn chặn nước và khí lọt qua các khe hở.

Gần đây, sự phát triển các cấu trúc tường che phủ đòi hỏi các vật liệu phải gắn các đầu nối giữa kim loại - kim loại, kim loại - thủy tinh... ở đây các tấm có cùng kích thước được gắn với nhau để tạo nên một lớp vỏ bọc cho công trình. Các hợp chất gắn bit loại cũ không hoàn toàn thỏa mãn cho một số ứng dụng vì thế các loại vật liệu mới đã và đang được phát triển.

Hiện nay khái niệm “sealant” đã được dùng để phân biệt giữa các loại hợp chất gắn bit thường và các loại vật liệu gắn bit mới. Thường thì các chất gắn bit loại cũ cũng có thể là các chất gắn bit tốt nhưng không phải cho tất cả các trường hợp. Do đó khái niệm “sealant” đơn giản là một thuật ngữ mới bao hàm rất nhiều các hợp chất gắn bit khác nhau, bao gồm cả hợp chất gắn bit loại cũ trên cơ sở dầu.

8.5.1. Các loại chất gắn bit

Một chất gắn bit cần phải có các tính chất sau: (1) Không có các vết rạn nứt, (2) Không bị mất độ bám dính, (3) Dễ dàng áp dụng và (4) Có độ bền 25-50 năm.

Tuy nhiên, không có một định nghĩa cụ thể nào để chỉ sự rạn nứt, mất khả năng bám dính, dễ dàng sử dụng và tuổi thọ.

Một chất gắn bit có thể không nứt trong một số trường hợp bởi các cạnh của khe nứt không di chuyển. Ví dụ một chất gắn bit bình thường có thể là một chất gắn bit tốt trong nhiều trường hợp, tuy nhiên nếu các cạnh của khe hở chỉ cần di chuyển nhẹ cũng có thể gây nên sự rạn nứt. Vì vậy trước khi tiến hành gắn bit ta cần phải xác định được mức độ thay đổi kích thước của khe nứt cũng như mức độ chuyển dịch mà chất gắn bit có thể chịu được.

Ở đây chúng ta sẽ xem xét các loại chất gắn bit khác nhau đã được phát triển để giải quyết những vấn đề nhất định. Các chất gắn bit tạo ra từ elastome tinh khiết, elastome cộng với chất màu hay elastome với chất màu và dung môi.

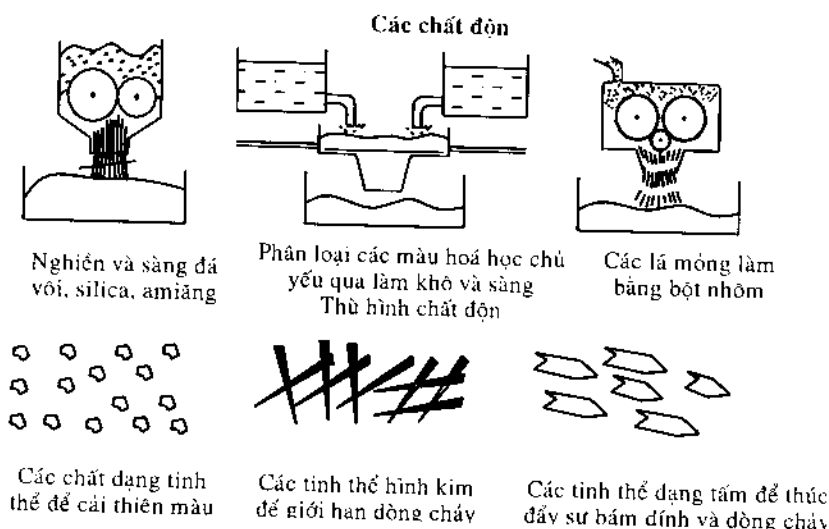
Một elastome có thể là bất cứ vật liệu đàn hồi nào, ví dụ như cao su hay thậm chí là dầu hạt lanh đặc. Nếu đưa thêm chất độn vào elastome thì nó trở nên đặc hơn và thường giảm hiệu quả. Nếu dung môi được thêm vào elastome có chất độn thì độ đặc giảm xuống mức có thể rót được. Các nguồn elastome cơ bản bao gồm các dầu khô, các polyme tổng hợp trọng lượng phân tử cao và các pre-polyme được chuyển thành trọng lượng phân tử cao hơn bằng cách đưa thêm các xúc tác cũng như các vật

liệu tự nhiên. Các dầu khô như dầu hạt lanh có thể được gia nhiệt tới nhiệt độ trung hợp, tại đó có thể điều chỉnh tới độ đặc mong muốn bằng cách khống chế khoảng thời gian giữ ở nhiệt độ này. Nhiệt độ thường ở trong khoảng 260-316°C.

Một số monome hữu cơ lỏng được polyme hóa với xúc tác thành các vật liệu elastome. Axit acrylic, polybuten và cao su butyl được tạo ra theo cách này. Một số polyme như các polysulfua thông thường có thể được chuyển thành trạng thái elastome bằng một tác nhân đóng rắn hoặc một xúc tác. Ngoài ra elastome có thể là một asphan tự nhiên hay nhựa cây mà trước đây vẫn dùng.

Mặc dù ít khi người ta chế tạo chất gắn dính từ elastome tinh khiết nhưng chất gắn dính cơ bản được tạo ra chủ yếu từ elastome. Các thành phần khác - chất độn và đôi khi là dung môi - không đóng góp vào hoạt động gắn của vật liệu.

Hình 8.17 đưa ra một số loại chất độn chính được dùng cho elastome để hình thành nên chất gắn dính. Trên thực tế thì tất cả các chất gắn dính đều có một lượng nhất định chất độn được kết hợp với elastome để có được các tính chất vật lý mong muốn. Các chất màu thường là đá nghiền nhỏ hay các kim loại nghiền nhỏ như bột nhôm. Các chất độn có thể ở dạng tròn, dẹt, hình kim, phổ biến nhất vẫn là dạng hình cầu như bột canxi cacbonat.



Hình 8.17. Một số loại chất độn chính sử dụng cho elastome

Các chất độn hình kim như sợi amiăng có tác dụng gia cường, chúng cũng hạn chế dòng chảy. Các hạt dạng dẹt xúc tiến khả năng bám dính

bởi các mảnh có mặt phẳng và ẩm thì bám tốt vào bề mặt phẳng hơn so với các hạt tinh thể hay hình kim. Tuy nhiên các hạt này cũng làm tăng khả năng chảy bởi vì các mặt phẳng rất dễ trượt, như vậy chất sẽ dễ chảy, điều này có thể là mong muốn hay không mong muốn.

Thành phần cơ bản thứ ba của một số chất gắn bit là dung môi. Một số chất gắn bit không có dung môi mà chỉ có chất dẻo và elastome. Những chất gắn bit đó được coi là 100% rắn. Một số chất gắn bit khác cần có dung môi để tạo độ loãng mong muốn và hàm lượng dung môi có thể từ 1-50% trọng lượng, thường là từ 15-20%.

Có ba loại dung môi chính. Dung môi ich phân cực như: nhiên liệu lỏng, xăng hay dầu hoả là các dung môi tương đối yếu, còn các dung môi nhựa đường như benzen, xylen và toluen thì mạnh hơn. Các dung môi phân cực hơn như amyl axetat, amyl ancol, ethyl ancol, metyl etyl xeton và axeton là các dung môi rất mạnh. Một số elastome chỉ tan trong dung môi mạnh, một số tan được trong dung môi yếu.

Các dung môi thường được đưa thêm vào hỗn hợp của elastome và chất dẻo với lượng tối thiểu để điều chỉnh độ đặc tới điểm có thể sử dụng keo dán bằng súng, chổi hay bằng phương pháp phun. Sau khi sử dụng, các dung môi thường bay hơi hết.

Các elastome bao gồm hai nhóm cơ bản: phân tử khối thấp và phân tử khối cao. Các elastome phân tử khối thấp có ở dạng rất lỏng tới dạng siro đặc. Chúng thường được dùng trong súng gắn bit một thành phần hay thiết bị gắn bit dạng dao với một lượng dung môi tối thiểu. Các elastome trọng lượng phân tử thấp thường được dùng hiện nay bao gồm: các dầu khô (hạt lạnh), hạt đỗ tương, dầu thầu dầu, dầu cá, các dầu khô oxy hóa, dầu khô polyme hóa, dầu khô biến tính hóa học, nhựa ankyt, polybuten (phân tử khối thấp).

Các elastome phân tử khối cao có độ quánh từ dạng siro rất đặc đến dạng rắn như cao su. Một số elastome được sử dụng bằng các thiết bị dạng súng hai thành phần quen thuộc. Một số được dùng trong các thiết bị gắn bit một thành phần cùng với dung môi để giảm độ đặc của vật liệu. Nhiều loại cũng được dùng để tạo băng dính. Các elastome phân tử khối cao đang được dùng bao gồm: polysulfua, copolyme acrylic, cao su butyl, polyisobuten, polybuten, neopren, polyurethan, silicon và nhựa asphan.

Elastome phân tử khối cao phổ biến nhất sử dụng thiết bị gắn dạng súng hai thành phần là loại polysulfua. Một số polyme polysulfua lỏng được dùng rất nhiều trong sản xuất chất gắn bit. Nếu được kết hợp, trộn và sử dụng hợp lý, chúng cho độ bám dính tốt, đàn hồi và bền tia cực tím. Chúng đóng rắn ở nhiệt độ phòng, do đó khi sử dụng trong xây dựng, chúng đóng rắn mà không cần phải tác dụng nhiệt.

Các elastome được dùng phổ biến nhất bao gồm cao su butyl, silicon và copolyme acrylic. Cao su butyl và silicon có độ bền tia cực tím, bền ozon tốt nhưng sau một thời gian dài chiếu sáng chỉ còn ở mức trung bình. Các copolyme acrylic vẫn duy trì lực bám dính tốt sau thời gian dài chiếu sáng.

Loại polyme dùng phổ biến nhất trong sản xuất ruy băng là polybuten phân tử khối cao. Vật liệu này có độ bám dính tương đối tốt và rất ổn định khi tiếp xúc với tia cực tím và các điều kiện thời tiết bình thường.

Ba loại trên không thể thay thế cho nhau và mỗi đặc trưng riêng của chúng cho thấy có thể phù hợp với từng mục đích sử dụng khác nhau. Tất nhiên, từ đó có thể có nhiều biến đổi khác nhau.

Vật liệu gắn bit được tạo ra từ những elastome này được chia thành sáu loại cơ bản như đưa ra ở bảng 8.5 đến bảng 8.10. Các số liệu kiểm tra cho thấy có nhiều khác biệt giữa sáu loại hợp chất cơ bản này.

Bảng 8.5: Hợp chất gắn bit tiêu chuẩn đặc trưng dùng súng gắn

Ứng dụng	Làm chất gắn bit phổ biến dùng cho kim loại, gỗ, ...
Cấu tạo	Dầu khô oxy hóa hoặc dầu khô polyme hóa, chất độn, amiăng, chất màu, dung môi phù hợp
Độ bám dính	Tốt
Độ co	10-20%
% giãn dài có thể sử dụng được	10% sau khi đã tiếp xúc với các điều kiện thời tiết
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	65
Tuổi thọ	10 - 20 năm nếu được sử dụng thích hợp

Bảng 8.6. Hợp chất gắn bit tiêu chuẩn đặc trưng dùng dạng dao

Ứng dụng	Làm chất gắn thủy tinh - kim loại (kích thước từ thấp đến trung bình)
Thành phần	Dầu thô được polyme hóa; polybuten; chất độn; một lượng nhỏ dung môi
Độ bám dính	Trung bình
Độ co	0-3%
Độ giãn dài chấp nhận	5% sau khi tiếp xúc với các điều kiện thời tiết bình thường
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	80
Tuổi thọ	10 - 20 năm nếu được sử dụng đúng cách

Bảng 8.7. Chất gắn bít dùng cho mục đích đặc biệt

Ứng dụng	Dùng cho các mối liên kết nhỏ, quan trọng trong các cấu trúc xây dựng đòi hỏi độ ổn định hoặc đóng rắn nhanh (4-24 giờ)
Thành phần	Một số polyme polysulfua, một lượng nhỏ chất độn, không có dung môi
Độ bám dính	Rất tuyệt vời khi mềm vừa phải
Độ co	0-3%
% độ giãn dài thích hợp	50-100% sau khi tiếp xúc với các điều kiện thời tiết
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	40-65
Tuổi thọ	20-35 năm nếu được sử dụng đúng cách

Bảng 8.8. Chất gắn bít cho mục đích đặc biệt hình thành lớp phủ

Ứng dụng	Các liên kết trong các cấu trúc xây dựng đóng rắn trong 10-30 ngày
Thành phần	Cao su butyl, polyurethan, silicon, copolyme acrylic...; sợi amiăng, các chất độn cùng với các dung môi để tạo độ đặc phù hợp
Độ bám dính	rất tốt
Độ co	10-50%
% độ giãn dài thích hợp	25-100% sau khi tiếp xúc với các điều kiện thời tiết
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	40-70
Tuổi thọ	10-35 năm nếu được sử dụng đúng cách

Bảng 8.9. Các chất gắn bít không khô dùng cho mục đích chung

Ứng dụng	Có độ bền đàn hồi tối đa dùng cho các bề mặt không xốp (do không khô nên khi sử dụng các liên kết rất dễ bám bẩn)
Thành phần	Các polybuten trọng lượng phân tử trung bình, sợi amiăng, chất độn
Độ bám dính	tốt
Độ co	0-10%
% độ giãn dài thích hợp	50% sau khi tiếp xúc với các điều kiện thời tiết
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	10-20 đối với áp dụng dạng súng phun, 20-30 đối với dụng cụ khác
Tuổi thọ	20-30 năm nếu được sử dụng hợp lý

Bảng 8.10. Các dải ép đùn

Ứng dụng	Liên kết đồng nhất trong các công trình xây dựng
Thành phần	Polybuten trọng lượng phân tử cao, cao su butyl, buna, polyisobuten, chất độn, amiăng, sợi, một lượng nhỏ dung môi
Độ bám dính	từ trung bình đến tốt
Độ co	0-3%
% độ giãn dài thích hợp	10% sau một thời gian tiếp xúc với các điều kiện thời tiết
Độ cứng Shore "A" sau 10 năm	20 - 40
Tuổi thọ	20-35 năm

8.6. Keo dán hoạt hóa ẩm

Keo dán hoạt hóa ẩm là một màng keo dán khô có thể được hoạt hóa bằng cách làm ẩm lại bằng nước. Nó được gọi là *hoạt hóa ẩm* là do keo ban đầu khi đưa lên nền ở dạng dung dịch nước. Dung dịch keo dán được trải lên nền, ví dụ nền giấy, bằng trục lăn và sau đó được sấy bằng cách đưa qua một ngăn sấy. Màng keo dán khô này khi được làm ẩm lại bằng nước sẽ trở thành dạng dính nhớt cho phép nền giấy có thể bám được khá chắc vào nhiều nền khác nhau.

Các ví dụ về các keo dán hoạt hóa ẩm là các keo dán dùng cho nhân mác, băng dính và các phong bì thư.

8.6.1. Vật liệu và phương pháp

Các vật liệu dùng để chế tạo các màng keo dán nhất thiết phải tan hoặc phân tán được trong nước và bao gồm một số thành phần chính như dextrin, các keo dán gốc động vật và cá, nhựa thực vật, nhựa xenlulo và polyvinyl ancol. Các thành phần cũng được biến tính để tạo các đặc tính mong muốn như độ mềm dẻo, khả năng phân tán tốt, dễ làm ẩm, độ bám dính tăng và chống tạo khối. Trong số các tác nhân biến tính có glycerin, siro ngô, các dẫn xuất sorbitol, các glycol, dầu sunfonat hóa, sáp và nhựa nhũ hóa, các muối như natri nitrat và axetat, ure trong đó bao gồm cả các chất bảo quản như natri benzoat, các muối amoni bậc 4, các dẫn xuất phenol, cresol và thymol. Các tác nhân tạo mùi thường được đưa thêm vào để tạo hương thơm cho keo dán, các tác nhân này có thể là các dầu tổng hợp như chanh, bạc hà, đinh hương, hồi.

Các thành phần tạo keo dán hoạt hóa ẩm thường phân tán trong nước để tạo dung dịch có tỷ lệ từ 45-60% tùy thuộc vào độ nhớt mong muốn.

Độ nhớt riêng là rất quan trọng để có được chất lượng màng phủ lên nền tốt. Rất nhiều nỗ lực đã được thực hiện nhằm đưa lượng chất rắn càng nhiều càng tốt do đó tốc độ sấy tăng lên dẫn đến tốc độ sản xuất cũng tăng.

Tùy thuộc vào mức độ hoạt động mà các thùng keo có dung tích từ 190-946 lit. Các thùng này được đặt trong một nồi thép không gỉ ở nhiệt độ từ 66-88°C, tùy thuộc vào loại keo dán chế tạo. Các dextrin cần được gia nhiệt ở 88°C còn các keo dán chỉ có thể chịu được nhiệt độ 66°C để có thể có chất lượng keo dán tốt nhất. Cần phải khuấy bằng cánh khuấy dạng mái chèo để có thể phân tán đều dung dịch.

Dung dịch keo dán được trải thành lớp màng ẩm lên nền, ví dụ nền giấy, bằng các thiết bị sử dụng truyền thống như các trục lăn tiếp xúc, các trục lăn ngược và kết hợp cả hai hệ này. Giấy được trải keo dán ẩm, sau đó được đưa qua ngăn sấy có nhiệt độ từ 127-163°C tùy thuộc vào nguồn nhiệt. Thường thì nhiệt độ cao hơn được sử dụng cho phần đầu ướt của nền còn ở phía gần cửa ra của thiết bị sấy thì nhiệt độ tác dụng thấp hơn để tránh nền giấy bị cong. Thường thì nền giấy được đưa qua một ngăn làm mát sau khi được đưa ra khỏi ngăn sấy trước khi bị quấn lại. Việc làm mát có tác dụng ổn định chất lượng giấy, hàm lượng ẩm 5-6% và giảm bớt lực tạo ra ở sản phẩm trong suốt quá trình sấy.

Bất cứ ai đã dán giấy lên tường đều biết rằng khi phết keo lên giấy thì giấy có xu hướng cuộn lại. Các giấy phết keo làm nhãn mác cũng như vậy, do đó giấy cần phải được xử lý để không bị cuộn sau khi phết keo. Việc này được thực hiện bằng cách vuốt giấy theo góc 45° qua một cạnh sắc của thanh thép, sau đó lại kéo theo chiều ngược lại. Hoạt động này làm vỡ màng keo dán thành các mảnh nhỏ, phá vỡ tính liên tục của màng và giảm áp lực tập trung tạo ra trong quá trình khô. Giấy đã được xử lý sẽ phẳng bởi vì các mảnh keo dán nhỏ có thể giãn nở tự do, do đó những thay đổi về nhiệt độ và độ ẩm cũng không gây ảnh hưởng đáng kể đến độ phẳng của giấy.

Quá trình này được thực hiện dưới các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm được kiểm soát, tốt nhất là từ 21-24°C và độ ẩm 50%. Giấy dán nhãn mác được làm phẳng dưới các điều kiện này sẽ đủ độ phẳng để in thậm chí khi nhiệt độ thay đổi trong khoảng 16-29°C và độ ẩm tương ứng thay đổi trong khoảng 35-65%.

8.6.2. Keo dán nhãn mác

Rất nhiều loại keo dán hoạt hóa ẩm được dùng trong sản xuất nhãn mác dán sẵn. Việc chọn keo dán phụ thuộc vào bề mặt mà nhãn mác sẽ được

dán, loại giấy dùng làm nền hay lớp lót, khối lượng cơ bản của nền và nhãn mác được dùng cho các sản phẩm gia dụng hay xuất khẩu đến các nước nhiệt đới và cận nhiệt đới nơi có độ ẩm rất cao.

- *Dán nhãn mác cho thủy tinh:* Các keo dán nhãn mác được dùng chủ yếu cho các bề mặt thủy tinh có thành phần chính là dextrin. Khi giấy được sử dụng làm nền thì có thể đưa 40-90g keo xương hay keo cá 10-30% so với dextrin. Keo dán này sẽ tăng độ bám dính, giảm lực làm cong thường xảy ra khi nhãn hoạt hóa ẩm được áp dụng cho bề mặt thủy tinh cong.
- *Nhãn mác bền hơn:* Các nhãn mác dùng cho mục đích dán thông thường có thể dán tốt vào nhiều loại vật liệu khác nhau như: thủy tinh, giấy, bìa, bìa carton, gỗ, da, cao su, vải. Keo dán cho những mục đích này có thể bao gồm hỗn hợp 30-60% dextrin và 40-70% keo xương và có thể cùng với một lượng nhỏ keo cá để làm tăng lực liên kết cuối cùng.
- *Nhãn mác chất lượng cao:* Các giấy phủ kim loại có thể kết hợp casein hay pyroxylin được dùng rất nhiều để gói quà tặng, các nhãn mác đều rất cứng và thường có giá thành cao hơn các nhãn mác bình thường. Keo dán nhãn mác loại này bao gồm chủ yếu là keo dán động vật với 10-20% dextrin được đưa thêm vào để làm tăng khả năng ổn định độ ẩm. Cũng có thể đưa thêm tác nhân tạo hương thơm bởi có một số trường hợp có thể làm ẩm bằng nước bọt.
- *Tem thư:* Một trong số ứng dụng dán làm ẩm bằng nước bọt là tem, ví dụ tem thư bưu điện, tem trong thương mại... Do hầu hết các tem này đều dán vào giấy vì vậy vật liệu dán không cần phải có lực mạnh hơn dextrin chất lượng cao. Trong trường hợp đối với tem thư đòi hỏi dextrin có độ bền keo dán tối đa, bột sắn và dextrin ngô thường được lựa chọn cho ứng dụng vào việc này.

Tất cả các keo dán tem cần có các tính chất chống tạo khối tốt hơn các keo dán nhãn bởi hầu hết các tem phải chịu nhiều tác động vận chuyển hơn và chịu các điều kiện khắc nghiệt hơn về nhiệt độ, độ ẩm. Các tác nhân chống tạo khối sử dụng trong keo dán tem bao gồm một lượng nhỏ sáp và nhựa nhũ hóa, hydroxyletyl và cacboxylmetyl xenlulo, các polyetylen glycol trọng lượng phân tử cao và cả các keo dán từ thực vật như arabic và thậm chí cả silicagel, sét diatomit và một số silicat nhôm.

Các keo dán hoạt hóa ẩm dùng cho cả tem và nhãn mác phải có khả năng chống tạo khối lớn hơn mức bình thường bao gồm polyvinyl ancol, tổ hợp của polyvinyl ancol và polyvinyl axetat hoặc tổ hợp của dextrin và polyvinyl axetat được xử lý đặc biệt. Các tem và nhãn mác phết keo để xuất khẩu tới các nước nhiệt đới và cận nhiệt đới thường sử dụng các keo dán arabic trực tiếp.

- *Nhãn mác cho vải:* Nhãn mác dùng cho vải sử dụng các keo dán có khả năng chống ẩm và bám chặt vào nhiều loại vải khác nhau, nhưng các nhãn mác này có thể bóc ra được mà không ảnh hưởng gì đến bề mặt vải. Điều này làm cho người sử dụng có thể dùng ngay sản phẩm mà không phải làm ẩm nhãn mác rồi giặt để làm sạch vết keo bám trên vải. Loại keo dán có thể bóc được này bao gồm chủ yếu là dextrin cùng với một lượng nhỏ keo dán động vật hay gelatin và một lượng khá lớn vật liệu dạng sáp hay sáp nhũ hóa. Công thức đó có thể thích hợp cho vải bông, tổ hợp của bông - tơ nhân tạo và vải len, nhưng để bám dính vào một số loại vải mới như nylon thì cần phải đưa thêm vào công thức keo dán một số phụ gia đặc biệt. Chúng có thể là nhũ tương acrylic hay polyvinyl axetat, polyvinyl ancol hay các tác nhân tẩy rửa cationic và tinh bột.
- *Keo dán nhãn nhiều mục đích:* Để nhãn bám dính vào các bề mặt khó dán như kim loại, nhựa, vecni, vật liệu bọc phủ, phủ sơn, mực in khô và các vật liệu không xốp hay không hút nước thì yêu cầu các keo dán phải được chế tạo theo công thức đặc biệt. Rất khó có thể chế tạo được một keo dán đơn có thể thỏa mãn cho nhiều bề mặt khác nhau này, nhưng một số nhà sản xuất đã nỗ lực và đạt được thành công nhất định. Một số nhà sản xuất khác chỉ tập trung chế tạo các loại nhựa, lớp phủ nhựa...

Keo dán cho những nhãn mác loại này có thể keo động vật, keo cá kết hợp với các nhựa nhũ hóa hay xà phòng hóa, được làm dính bằng rất nhiều loại dầu hay tác nhân hóa dẻo khác nhau và được bổ sung một số vật liệu trợ để tạo cho sản phẩm khả năng bền áp lực và chống tạo khối. Các nhựa sử dụng có thể là các dẫn xuất nhựa thông thường là loại đã được hydro hóa để tăng độ ổn định, các polyme styren, polyisobutylen, polyvinyl metyl ete và một số loại khác. Dầu và chất dẻo hóa được sử dụng có thể là dầu thầu dầu và các dẫn xuất của nó, dầu thầu dầu sunfonat hóa và các dầu nhựa thông, trietylen glycol, propylen glycol, hexylen glycol, hydroabietyl ancol... Các vật liệu trợ gồm đất sét, bentonit, các sản phẩm silic và cả bột α -xenlulo mịn và bột gỗ. Các tác nhân làm ẩm và các chất thấm cũng có thể được kết hợp. Các tác nhân chống oxy hóa cũng có thể được đưa vào để kéo dài thời gian bảo quản, một số tác nhân tạo hương thơm cũng có thể được kết hợp để giảm mùi của nhựa.

- *Nhãn mác không quăn:* Phát triển mới trong lĩnh vực keo dán nhãn mác hoạt hóa ẩm là một sản phẩm mới không làm quăn nhãn mác và đang được rất nhiều nhà sản xuất bày bán trên thị trường. Keo dán này đặc biệt ở chỗ nó không cần đến phương pháp làm đứt vỡ lớp màng keo để giữ cho bề mặt phẳng. Chìa khóa của sự thành công cho keo dán này là việc trải lên giấy lót vật liệu không lỏng, do đó sẽ

không làm biến dạng hay trương cấu trúc sợi của giấy. Thành phần tan trong nước của keo dán này có chứa dextrin hay keo nghiền nhỏ. Các hạt nhỏ này không được trộn trong nước và được trải ở dạng sánh lên nền bằng các thiết bị phủ dạng trục lăn ngược và sấy theo cách truyền thống. Màng keo dán được sấy vừa đủ và không tạo ra lực tập trung làm quần giấy trong quá trình sấy bởi nó có chứa các hạt dextrin và các hạt keo dán nhỏ bám vào giấy bởi phụ gia keo dán được phân tán trong hỗn hợp.

Các thành phần tan trong nước của loại keo dán không làm quần giấy là các dextrin khoai tây và bột sắn được chế tạo đặc biệt và các keo dán có độ bền gel là 90-140g. Chất mang không nước bao gồm một dung môi như benzen, toluen, xylene, ancol, naphtha hay hỗn hợp của chúng với một phụ gia keo dán như polyvinyl methyl ete, polyvinyl axetat hay một số nhựa tổng hợp khác phân tán trong dung môi. Phụ gia keo dán có thể hay không phân tán trong nước và đóng góp vào độ bám dính của keo.

Keo dán nhãn mác không quần này có ưu điểm hơn so với các keo dán làm phẳng truyền thống là nó giữ được phẳng ở các điều kiện độ ẩm tương đối, ví dụ độ ẩm tương đối từ 20-80%, đây là tính chất rất phù hợp cho các thiết bị in.

- **Đề can:** Đề can là giấy đặc biệt được phết keo có thể hoạt hóa ẩm được dùng để chuyển các màng mực in thông tin hay các trang trí hoa văn lên các bề mặt khác nhau từ thủy tinh và men sứ tới các thiết bị như xe tải hay máy bay.

Nguồn giấy để sản xuất đề can thường là loại "Simplex", một loại giấy khá nặng (36,3-45,4kg/500 tờ giấy khổ 36,5 x 96,5 cm). Nó thường được phủ trước tiên bằng một dung dịch tinh bột sắn hay bột ngô, sau đó được sấy và cán phẳng. Lớp phủ tinh bột này hoạt động như một chất để giữ lớp keo dán bên ngoài và cũng hoạt động như tác nhân trượt khi đề can được làm ẩm. Lớp phủ thứ hai ở trên lớp phủ tinh bột cung cấp độ bám dính cho đề can. Lớp phủ keo dán này thường chứa một dextrin được chuẩn bị đặc biệt, khoảng 97% tan trong nước lạnh, được bổ sung các dẫn xuất khác của tinh bột, các keo dán tự nhiên hay các keo dán xenulo để đạt được độ bền keo dán tối đa. Các chất dẻo hóa cũng được đưa thêm vào dextrin để tăng khả năng chống rạn nứt ở điều kiện khô và duy trì độ phẳng của nền dán keo trong quá trình in.

Nhà sản xuất giấy đề can thường quan tâm chủ yếu đến loại đề can phết keo và tinh bột, có thể phủ thêm một lớp sơn trắng đục hay màu kim loại lên bề mặt phết keo. Việc in giấy đề can được thực hiện bằng cách in lưới trực tiếp lên bề mặt phết keo dùng loại mực đặc biệt khô khi oxy hóa hay bay hơi. Các mẫu trang trí sau đó được đưa lên trên nền này hay màng chuyển mực.

Khi mẫu đề can hoàn chỉnh sẵn sàng sử dụng cho bề mặt dự định thì đề can được nhúng vào nước trong khoảng nửa phút. Trong thời gian nhúng này, nước sẽ thấm qua mặt giấy không hồ và tới lớp phủ tinh bột làm cho nó trương và trở nên trơn. Sau đó nước thấm tới lớp phủ keo dán và hoạt hóa nó. Các màng keo dán trơn ở dưới bề mặt mẫu in lưới cho phép nó trượt hay chuyển trực tiếp từ nền giấy tới bề mặt dán nhãn.

Thường thì thay vì in lưới một diện tích phủ mực lên một nền giấy đề can, có thể phủ một lớp màng sơn trong lên lớp phủ keo dán và sau đó để khô. Mẫu trang trí hay thông tin sau đó được in lưới lên trên cùng của màng sơn này. Do đó, rõ ràng là lớp dán đề can phải chứa các thành phần tan trong pha dung môi của sơn hoặc các tác nhân hóa dẻo có khả năng tương hợp với nền sơn hay với các mực in lưới. Có trường hợp, màng sơn bị đục hoặc mòn trong quá trình chuyển và làm khô. Các thành phần trong keo dán tương hợp với màng mực có thể làm mềm nó và cản trở việc giải phóng và chuyển nó, hoặc làm cho màng mực bị nứt sau khi áp dụng vào bề mặt và sấy.

Các đề can hay dùng cho các bề mặt khó sử dụng như bề mặt phủ, kim loại, bề mặt sơn, đánh vecni đòi hỏi phải có độ bám dính lớn hơn nhiều so với những ứng dụng cho thủy tinh và sứ. Để có những ứng dụng linh hoạt hơn thì keo dán nhiều mục đích được kết hợp, ngoài thành phần cơ bản là dextrin, cần phải đưa thêm một latex tổng hợp không bị tấn công bởi các dung môi loại axetat hay xeton thường có mặt trong các màng trong.

8.6.3. Nền băng dính

Hầu như tất cả mọi người đều quen với các loại băng dính mà các nhân viên chuyên chở thường dùng để dán các thùng cacton, người bán rau quả, thịt dùng để dán các túi đựng... Đây mới chỉ là một số trong rất nhiều các ứng dụng của băng dính. Còn có rất nhiều loại băng dính dùng để giữ góc hộp, băng dính trang trí, băng dính nổi, băng dính đặc biệt. Tất cả đều được bày bán trên thị trường ở dạng cuộn và có kích thước to nhỏ khác nhau.

Mặc dù mỗi loại băng dính có mục đích sử dụng riêng, nhưng các keo dán hoạt hóa ẩm dùng cho chúng lại có nhiều điểm chung. Chúng bao gồm thành phần chính là keo dán gốc động vật (cả keo da và keo xương) một lượng nhỏ dextrin để tăng khả năng làm ẩm nhanh và giữ được độ dính lâu. Các vật liệu khác cũng có thể được bổ sung vào công thức của keo dán, ví dụ natri clorua để tăng khả năng thấm của nước vào màng keo dán và cho phép thời gian sử dụng lâu hơn, một lượng nhỏ canxi clorua để tăng độ dính ẩm của keo dán, ure để tăng tốc độ làm ẩm và giúp keo dán có thể tạo được dài dài. Dầu thực vật sunfonat hóa cũng có

thể được đưa thêm vào để tăng khả năng tương hợp giữa dextrin và keo dán, tạo cho màng keo dán có độ mềm dẻo và tăng độ trơn cho màng keo khi tách, cho phép tách cuộn băng dễ dàng. Các tác nhân tạo hương thơm cũng thường được đưa vào để che mùi của hồ dán động vật. Nền giấy dùng cho băng dính phải rất dai, được hồ thích hợp để có thể giữ tốt keo dán (tránh sự thấm không cần thiết). Khối lượng cơ bản của lớp bột giấy phụ thuộc vào ứng dụng cuối cùng của băng dính. Các băng dính dùng bột giấy kraft cần cùng với tổ hợp nhựa - latex hoặc asphan và sợi thủy tinh gia cường hay tơ được kẹp vào giữa các lớp giấy và được đặt theo các hướng khác nhau nhằm gia cường lực. Có thể có hai lớp bột giấy kraft gắn với nhau.

Các băng dính dán hộp được dùng để gắn góc mở của thùng carton trong quá trình sản xuất cũng có cấu trúc lớp tương tự nhưng các sợi gia cường, được đặt chủ yếu theo hướng chéo nhau để độ bền của chúng được kết hợp vào liên kết của hộp. Trọng lượng cơ bản của băng dính hoàn thiện có thể là 68,1 kg/ 500 tờ khổ 61 x 91 cm. Các băng dính giữ 4 góc mở của các hộp để đóng hộp kẹo, hộp giấy dép... dùng lượng bột giấy kraft tới 41,3-45,4 kg.

Các băng dính trang trí dùng để giữ các phần gỗ mỏng trang trí ở đúng vị trí trên các panel, biển hiệu thì được tạo ra với 35 hay 50% lượng bột giấy.

8.6.3.1. Băng dính gắn bút

Các băng dính gắn bút được sử dụng chủ yếu bằng tay cho các hộp carton, gói và các thùng vận chuyển với nhiều kích thước khác nhau. Kích thước của vật cần được gắn băng quyết định chiều dài của dải băng cần được làm ẩm. Dải băng sử dụng càng dài thì dải keo dán cần được giữ ẩm và dính cũng càng dài. Do đó, ngoài yêu cầu phải có lực dính ban đầu tốt thì một keo dán tốt phải có đủ thời gian sử dụng. Nếu thời gian sử dụng không đủ thì băng gắn với lực dính ban đầu cao sẽ nhanh chóng đông rắn và gel hóa trong vòng vài giây sau khi được làm ẩm và chỉ có thể cung cấp lực liên kết rất yếu sau khi khô. Để kéo dài thời gian sử dụng cho keo dán băng dính gắn bút thì 10-20% dextrin so với tổng hàm lượng rắn được đưa vào, 2% natri clorua hay 1,5% ure cũng cho hiệu quả tương đương.

Hầu hết các nhà sản xuất băng dính gắn bút đều bán hai loại băng, loại “tiêu chuẩn” và “siêu chuẩn”. Loại tiêu chuẩn có thời gian sử dụng khoảng 30 giây, còn loại siêu chuẩn cho thời gian sử dụng khoảng 20 giây. Keo dán cho băng dính loại tiêu chuẩn có thể chứa tới 10-30 phần

dextrin, 70-90 phần keo từ xương, 0,5-1,5 phần ure, 0,5-1,0 phần dầu thầu dầu sunfonat hóa, 0,5-1 phần natri clorua, 0,2-0,5 phần canxi clorua, 0,5-1 phần chất dẻo hóa làm ẩm và 0,5-1 phần dầu tạo hương. Keo dán loại siêu chuẩn có thể chứa 0-10 phần dextrin, 90-100 phần keo từ xương, 0,5-1 phần chất dẻo hóa, 0,5-1 phần dầu tạo hương. Lượng keo dán sử dụng dưới dạng màng khô cho bột giấy kraft là vào khoảng 7,7-9,1 kg/ 500 tờ giấy khổ 61 x 91 cm, tùy thuộc vào khối lượng cơ bản của nền giấy kraft. Lượng giấy kraft sử dụng càng nhiều thì càng đòi hỏi lượng keo dán nhiều hơn.

Các băng dính gắn bít gia cường đòi hỏi các keo dán mạnh hơn rất nhiều so với các băng dán truyền thống. Công thức chế tạo keo dán này bao gồm 40-60 phần keo dán từ xương, 40-60 phần keo từ da và có thể 10- 20 phần gelatin kỹ thuật; cũng có thể bổ sung 0,5- 1 phần dầu thầu dầu 50%. Khối lượng của màng keo dán có thể thay đổi từ 9,1-12,7 kg/500 tờ giấy khổ 71-91 cm, tùy thuộc vào khối lượng của nền giấy.

8.6.3.2. Các băng dính cho hộp gấp nếp

Có hai loại băng dính cơ bản, một loại sử dụng nền giấy một lớp có khối lượng cao từ 54,4-63,5 kg/ 500 tờ giấy khổ 71-91cm dùng cho các thùng carton chịu tải nhẹ và loại kia bao gồm hai lớp giấy 27 kg được cán với asphan hay trộn nhựa - latex và gia cường bằng sợi thủy tinh hay tơ nhân tạo hay sợi dừa dùng cho các thùng carton chịu tải nặng.

Các công thức keo dán cho cả hai loại này cần phải bám dính tốt với bề mặt carton 5 giây sau khi sử dụng, các băng dính này thường được dán bằng máy. Lượng màng keo dán sử dụng có thể từ 9-14 kg/ 500 tờ khổ 61 x 91 cm, tùy thuộc vào khối lượng cơ bản của nền giấy.

Keo dán cho loại một lớp không được gia cường có thể bao gồm 40-60 phần keo xương, 40-60 phần keo da, 1-2 phần chất dẻo hóa, 0,5-1 phần dầu thầu dầu sunfonat hóa, 0,1-0,3 phần tác nhân bảo quản là dẫn xuất phenol hay tác nhân chống nấm mốc, và 0,5-1 phần dầu thơm.

Với băng dính hai lớp được gia cường thì keo dán có thể bao gồm 20-60 phần keo dán xương, 40-80 phần keo dán da, 0,1-0,3 phần tác nhân chống nấm mốc dẫn xuất phenol và 0,5-1 phần dầu thơm.

8.6.3.3. Băng dính đóng hộp

Các dải băng dính nhỏ được dùng để đóng hay giữ bốn góc của hộp được gọi là băng dính đóng hộp dùng trong công nghiệp đóng gói. Chúng có nền giấy kraft rộng khoảng 1 inch ở dạng cuộn với trọng lượng từ 41-54

kg/ 500 tờ khổ 64 x 91 cm. Thường thì độ rộng 100 inch được sử dụng. Lượng màng keo dán sử dụng thường từ 8-9 kg/ 500 tờ khổ 61 x 91 cm.

8.6.3.4. Băng dính trang trí

Có hai loại băng dính trang trí, mỗi loại đều được sản xuất ở trọng lượng giấy kraft là 16 và 23 kg/ 500 tờ khổ 61 x 91 cm. Một loại là "tiêu chuẩn" dùng cho dán tay còn một loại "tốc độ cao" thường dùng cho thiết bị dán tự động.

Keo dán cho băng dính tiêu chuẩn có thể chứa 10-25 phần dextrin, 30-50 phần keo xương, 20-40 phần keo da và 0,5-1 phần chất dẻo hóa.

Keo dán cho băng dính trang trí tốc độ cao có thể chứa 40-60 phần keo xương, 40-60 phần keo da và 0,5-1 phần chất dẻo hóa.

Các thành phần có trong keo dán dùng cho băng dính trang trí phải có chất lượng cao nhất. Chúng phải được lựa chọn kỹ lưỡng để không làm mất màu hay làm hỏng thờ gỗ đẹp khi sử dụng. Các phụ gia đặc biệt như các kiềm yếu và chất hoạt động bề mặt hoặc các chất thấm có thể cần với lượng nhỏ (khoảng 0,5%) trong các keo dán sử dụng cho gỗ đầu và nhựa như bách hương, gỗ gu, bạch đàn hoặc cho các gỗ cứng như gỗ tếch và gỗ mun.

Do bề mặt không phẳng tạo ra do thớ của một số loại gỗ như gỗ sồi và do bản chất hấp phụ của các gỗ mềm hơn như gỗ thông và gỗ dương nên phải dùng lớp màng keo dán dày cho băng dính trang trí để chúng có thể bám dính tốt vào gỗ. Lượng màng keo dán dùng là 10-12 kg/ 500 tờ khổ 61 x 91 cm.

8.6.3.5. Băng dính nối

Băng dính này được dùng để dán phù gáy sách, vở... Chúng cũng được dùng như bản lề cho các quyển sách dày, các mảnh nối cho các tập kẹp tài liệu và như chất gia cố cho các cạnh đục lỗ ở giấy viết.

Băng dính nối sử dụng nhiều loại vật liệu nền khác nhau từ vải nỉ, giấy thấm latex đến các nền phù giấy. Các băng dính này được kết hợp nhiều màu sắc, chủ yếu là đen, trắng, đỏ, xanh và nâu. Hầu hết chúng được sử dụng tự động ở dạng cuộn. Keo dán dùng cho các băng dính này cần phải có chất lượng cao và độ bền tốt và có độ bám dính nhanh sau khi sử dụng.

Công thức keo dán này có thể bao gồm 60-90 phần keo xương, 10-40 phần keo da, 0,5-1 phần chất dẻo hóa và 0,1-1 phần dầu thơm.

8.6.3.6. Băng dính đặc biệt

Loại băng dính này là loại cách điện và hoàn toàn không có axit, được dùng trong sản xuất và bảo vệ các đồ điện; các băng dính chịu nước đáp ứng các yêu cầu sau khi sử dụng, thậm chí ở điều kiện ngâm nước trong thời gian dài, dùng để dán các gói thực phẩm đông lạnh. Các keo dán này có khả năng chống nấm mốc, vì khuẩn hoạt động ở những vùng khí hậu nhiệt đới.

Các keo dán cách điện qua xử lý đặc biệt loại được axit, kiềm, các muối điện ly, các ion kim loại và bất cứ tác nhân dẫn điện nào khác. Để tạo keo dán cách điện hoạt hóa ẩm, các keo dán không dẫn điện này được phân tán đơn giản trong nước tới nồng độ thích hợp, sau đó một lượng nhỏ chất chống nấm mốc được đưa vào và nếu cần thiết thì điều chỉnh pH của hỗn hợp lỏng bằng vôi tới tới điểm trung tính. Các giấy lót sử dụng thường là sợi xenlulo, bột giấy kraft độ cách điện cao hay giấy tẩm neopren, tất cả đều ở pH trung tính.

Keo dán dùng cho các giấy dán không axit được tạo ra từ các keo dán tinh chế cao đã được trung hòa với vôi tôi và chống nấm mốc bằng các dẫn xuất của phenol. Các bề mặt dán sử dụng thường là bột giấy trung tính tự nhiên và cũng không có axit.

Keo dán dùng cho băng dính chống nước được kết hợp đặc biệt từ các keo dán không nhạy với sự hoạt hóa ẩm. Điều này được thực hiện bằng cách làm ẩm băng dính với dung dịch tannin trước khi dán vào cacton. Dung dịch tannin thường chứa các hợp chất andehit như fœrmandehit, glyoxal, glutarandehit hay hỗn hợp của chúng cùng với một lượng nhỏ phenol để thúc đẩy quá trình đóng rắn.

Các keo dán đóng hộp thực phẩm chứa các phụ gia như natri clorua, canxi clorua và glyxerin có tác dụng hạ điểm đông đặc của nước dùng để hoạt hóa chúng. Các thành phần này giữ cho keo dán không bị khô trước khi gắn chặt vào bề mặt dán.

Các băng dính chống nấm mốc cũng chứa từ 0,2-1,2% các chất kháng nấm và vi khuẩn tan trong nước so với hàm lượng keo dán.

8.6.4. Kiểm soát chất lượng

Độ tin cậy của bất cứ keo dán hoạt hóa ẩm nào phụ thuộc vào sự kiểm soát cẩn thận và liên tục chất lượng của vật liệu thô và trong chính sản phẩm hoàn thiện.

8.6.4.1. Chất lượng của vật liệu thô

Có lẽ phần quan trọng nhất của việc kiểm soát vật liệu thô là kiểm tra lý học các dextrin và keo dán chiếm phần lớn trong keo dán hoạt hóa ẩm.

Các dextrin thường được kiểm tra các đặc trưng sau:

- Hàm lượng hay đường lượng dextrozo. Đó là phần trăm đường đảo trong dextrin, chứa chủ yếu là dextrozo. Nó chỉ ra mức độ chuyển hóa của dextrin thu được từ quá trình thủy phân axit và cắt mạch tinh bột. Hàm lượng dextrozo thường từ 3-7% và có ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhớt dung dịch, độ tan trong nước lạnh và chất lượng keo dán dextrin.
- Độ nhớt, phép đo các đặc tính chảy hay lưu biến của dung dịch ở nồng độ nhất định, được xác định nhờ các thiết bị đo độ nhớt.
- Hàm lượng ẩm, được xác định bằng cách sấy một lượng dextrin tới khối lượng không đổi và tính toán sự thay đổi khối lượng, tính theo %. Hàm lượng ẩm có thể thay đổi từ 4-10%, tùy thuộc vào loại dextrin, phương pháp sản xuất và điều kiện bảo quản.
- Độ tan trong nước lạnh, được đo bằng cách phân tán một lượng dextrin xác định trong một thể tích nước xác định ở nhiệt độ phòng trong vòng 24 giờ, sau đó xác định lượng chất rắn tan trong một phần dung dịch nổi ở trên bằng cách làm bay hơi đến khô. Các dextrin thường có độ tan 85-95% trong nước lạnh.
- pH được xác định bằng giấy chỉ thị pH, các dung dịch chỉ định màu hay các thiết bị đo điện thế điện cực thủy tinh (thiết bị đo pH). Giá trị pH nằm trong khoảng 3-5,5.
- Chất bụi bẩn hay vật liệu không tan được xác định bằng cách đun nóng một lượng dextrin nhất định tới 88°C trong một thể tích nước xác định để hòa tan và sau đó để ổn định. Lượng cặn được xác định theo mức quá nhiều, nhiều, trung bình hay ít.
- Độ dính là phương pháp phân tán một lượng dextrin trong một lượng nước tương đương, đun đến 88°C và sau đó trải dung dịch lên nền giấy. Sau khi sấy, giấy có khối lượng cơ bản 23 kg (500 tờ khổ 64 x 97 cm) phết keo được làm phẳng và cắt thành các dải 3 x 10 cm. Chúng được làm ẩm và sử dụng cho thủy tinh, giấy gói, giấy chứa 25% vải và dán vào thùng carton. Sau đó để cho khô trong khoảng 1 giờ đồng hồ rồi kiểm tra độ dính bằng cách kéo giấy dán ra khỏi các bề mặt khác nhau. Độ bám dính thỏa mãn sẽ đạt được nếu các giấy này không thể kéo ra được hoặc khi các sợi này được kéo ra khỏi bề mặt gắn khác trừ thủy tinh.

- Màu sắc ở trạng thái khô và trong dung dịch (thường là 50% rắn).
Các keo dán động vật được kiểm tra các phẩm chất sau:
- Độ bền gel, là độ bền tính bằng gam của keo dán dạng gel hay keo ở nồng độ xác định để có thể hút bằng một piston hay xilanh. Nồng độ của gel keo dán là 15g keo phân tán trong 105ml nước cất và làm lạnh xuống 10°C . Các giá trị có thể từ 40-140g đối với keo xương, 110-170g đối với keo da và 100-400g đối với các gelatin kỹ thuật dùng cho keo dán.
- Độ nhớt, thường được xác định bằng thời gian chảy của một dung dịch 12,5% ở 65°C . Các giá trị độ nhớt trong khoảng 2,5-15 cps tùy thuộc vào chất lượng gel và loại keo dán được kiểm tra. Việc đo độ nhớt cũng có thể được thực hiện bằng nhớt kế.
- Mỡ, được xác định bằng cách chiết một lượng mẫu keo dán nhất định bằng dung môi như cacbon tetraclorea, toluen, xylen hay ete dầu hoả hoặc bằng cách đánh dấu dung dịch keo nhuộm tím ở nồng độ xác định trên một giấy cân trắng siêu trắng, ở đây lượng mỡ được nhận biết qua các đốm trên nền giấy trắng. Phương pháp chiết dung môi đưa ra theo tỷ lệ % còn ở phương pháp xác định màu chỉ đưa ra theo các mức: nhiều, trung bình hay ít.
- Tro, một lượng keo dán xác định trong một chén sứ được đốt trong lò. Hàm lượng tro từ 2,5-4,0% tùy thuộc vào việc xử lý keo dán trong quá trình sản xuất.
- Bọt, được xác định bằng cách lắc mạnh 10 lần dung dịch keo dán nồng độ 15g trong 105ml nước cất ở nhiệt độ 40°C , sau đó xác định thời gian cần thiết để các bọt vỡ hết. Các bọt vỡ hết trong 10 giây thì được xác định là “ít”, trong 20-30 giây thì được gọi là “trung bình” và 40-60 giây thì được gọi là “nhiều” và nếu bọt vẫn còn sau hơn 1 phút thì là “quá nhiều”.
- Cặn bẩn, được đánh giá bằng cách để dung dịch keo dán 12,5% ổn định lại trong khi vẫn giữ ở 40°C . Lượng cặn hay chất bẩn được đánh giá ở các mức: ít, trung bình hay nhiều.
- Mùi, được đánh giá bằng cách ngửi dung dịch keo dán và xác định ở mức: bình thường, có mùi hôi, hay mùi thơm. Sự có mặt của chất tạo hương thơm trong keo là để che đi mùi của keo.
- Màu, mặc dù không quá quan trọng đối với keo dùng cho băng dính dán bít nhưng màu có thể là một yếu tố chất lượng trong keo dán nhãn mác sử dụng cho giấy có nền trắng hay màu sáng.
- Giá trị pH, thường được xác định trên dung dịch keo dán 12,5% ở nhiệt độ 40°C . Thường thì các keo dán có độ pH thay đổi từ 5,6-6,0,

nhưng các keo dán cách điện không axit được sản xuất đặc biệt để cho các giá trị pH từ 6,8-7,2.

- Độ bền keo dán. Một lượng nhất định keo dán được phân tán trong một lượng nước tương đương nhờ đun nóng ở 66°C. Dung dịch keo dán này được trải lên nền giấy và sấy. Sau khi làm phẳng, lớp keo này được cắt thành từng dải 5 x 14 cm. Kiểm tra cho thấy keo xương độ bền 40g có giá trị là 50, keo xương độ bền 90-120g có giá trị là 85 hoặc hơn và các keo xương có độ bền gel lớn hơn, loại 120g có giá trị độ bám dính là 100. Các keo da và các gelatin kỹ thuật cũng có các giá trị kiểm tra là 100.

Tất cả các thành phần khác như chất dẻo hóa, dầu sunfonat hóa, muối, latex, sáp và các nhũ tương nhựa.. đều được kiểm tra các đặc tính như hàm lượng ẩm, tổng hàm lượng rắn, tổng chất béo, pH, tỷ trọng, tro và về định lượng các ion hay các nhóm hóa học.

8.6.4.2. Kiểm soát quá trình sản xuất

Mỗi công thức keo dán hoàn chỉnh đều được kiểm tra các tính chất sau đây trước khi sử dụng cho nền giấy:

- Độ nhớt - bằng nhớt kế.
- Tỷ trọng - bằng tỷ trọng kế
- Nhiệt độ - bằng nhiệt kế
- Giá trị pH - bằng giấy chỉ thị hay pH kế

Trong quá trình sản xuất thì vật liệu phết keo được kiểm tra về:

- Lượng keo đưa vào
- Hàm lượng ẩm, bằng cách sấy ở 110°C
- Kiểm tra độ bám dính. Trong trường hợp nhãn mác thì các vật liệu dán có keo được làm ẩm và sử dụng cho thủy tinh, cho giấy chứa 25% vải, cho bột giấy kraft sunfat 100% và cho các hộp carton gấp nếp. Một số dải keo dán này được bóc ra ngay khỏi bề mặt dán để kiểm tra lực bám dính ban đầu còn một số khác được giữ trong vài tiếng để kiểm tra lực dán cuối cùng.
- Theo dõi quá trình dán bằng mắt thường để kiểm tra bụi bẩn, mỡ, bọt, sự thấm hay có vấn đề gì xảy ra trong quá trình dán màng keo. Trong quá trình làm phẳng, vật liệu dán keo được kiểm tra độ phẳng, độ rộng, màu sắc, hình dạng và độ đồng đều. Việc kiểm tra phải được tiến hành sau khi hoạt động dán đã được hoàn thành.

8.7. Các loại băng dính

Một băng dính bao gồm một yếu tố lót dạng dải dài được áp dụng keo dán, chức năng của nó là dán nền chứa nó vào bề mặt thứ hai. Việc gắn này được thực hiện bằng cách hoạt hóa keo dán với dung môi, nhiệt hay lực tác dụng bằng tay.

Các băng dính, tem thư... là đại diện cho các loại băng dính hoạt hóa dung môi, keo dán được hoạt hóa bằng nước. Đối với một số ứng dụng công nghiệp nhất định thì sử dụng keo dán hoạt hóa dung môi hữu cơ. Loại băng dính thứ hai là loại nhiệt dẻo hay hoạt hóa nhiệt. ở đây keo dán được tạo độ dính bằng cách tác dụng nhiệt và áp lực.

Loại băng dính đang có xu hướng phát triển mạnh nhất là loại nhạy áp. Loại keo dán này có thể được sử dụng với áp lực của tay mà không cần phải hoạt hóa bằng nhiệt hay dung môi. Loại băng dính này có thể sử dụng cho hầu hết các bề mặt thông thường.

8.7.1. Cấu tạo

8.7.1.1. Lớp lót

Vải, giấy, màng kim loại dát mỏng cũng như rất nhiều nền khác đã được sử dụng làm lớp lót băng dính. Chúng đều mỏng và có độ mềm dẻo để dễ dàng thích nghi với các bề mặt mà chúng được dán vào.

Các loại màng thường được sử dụng là màng xenlophan, polyvinyl clorua, polyetylen và xenlulo axetat. Các nền nhôm và chì dát mỏng được dùng cho các băng dính đặc biệt. Các màng và nền kim loại dát mỏng thường được phủ một lớp lót mỏng để tăng khả năng dán vào nền. Các màng thường được phủ một tác nhân chống bám dính lên mặt trái để giảm độ bám dính của keo dán vào mặt sau của lớp băng dính tiếp theo khi ở dạng cuộn. Copolyme octadecyl acrylat - acrylic axit, copolyme anhydrit vinyl stearat - maleic và các polyme tương tự có thể được sử dụng.

Các lớp lót vải có thể được sử dụng mà không cần phải xử lý thêm, hoặc chúng được hồ bằng tinh bột hay các chất kết dính hữu cơ khác để kết dính các sợi với nhau. Vải có thể được phủ bằng nitroxenlulo, polyvinyl clorua, polyetylen hay các chất tạo màng khác lên mặt sau để tăng tính thấm mỹ, tăng khả năng trải phẳng của chúng và giảm sự truyền hơi ẩm.

Các lớp lót giấy dùng với các keo dán nhạy áp thường được phủ một số loại vật liệu cao su để tăng độ bền nội của lớp lót. Nếu không có độ bền gấp cần thiết thì nền giấy có thể bị rách khi bóc ra từ cuộn băng và

keo dán có thể bị giữ lại ở giữa hai lớp giấy, như vậy băng dính sẽ mất tác dụng.

Giấy được sử dụng cho các băng dính để can cũng như cho các băng dính hoạt hóa dung môi hay nhiệt không cần phải được tẩm hay được hồ phía sau bởi các băng dính này được sử dụng cho giấy không bám dính, hay khi ở dạng cuộn chúng không bám dính vào lớp lót. Do đó những băng dính này không phải chịu lực xé đứt cao. Trong một số trường hợp, sợi gia cường được sử dụng để làm tăng cường lực của nền băng dính.

8.7.1.2. Keo dán hoạt hóa dung môi

Các keo dán hoạt hóa dung môi được tạo độ dính nhờ làm ẩm keo dán bằng một dung môi như nước hay dung môi hữu cơ ngay trước khi tiến hành dán. Lực gắn cao được hình thành sau khi dung môi bay hơi, kết quả là khó có thể tách hai bề mặt ra mà không phá hủy chúng. Các keo dán hoạt hóa nước thường được chế tạo từ hồ dán động vật hay dextrin. Keo da cho độ bám dính nhanh nhất sau khi làm ẩm bằng dung môi. Công thức keo dán động vật thường đưa thêm một lượng nhỏ keo cá, glycerin hay dextrin để giảm thời gian làm ẩm và tăng độ dính. Lượng glycerin được điều chỉnh theo mùa. Độ bền gel của keo dán rất quan trọng và việc đưa thêm một lượng lớn phụ gia có thể gây ảnh hưởng tới độ bền gel (khả năng của keo dán ẩm dính chặt vào các bề mặt khác).

Các keo dán hoạt hóa bằng dung môi hữu cơ không được chấp nhận rộng rãi bởi có nguy cơ cháy cao, ảnh hưởng đến sức khỏe và bất tiện khi phải dùng dung môi để hoạt hóa. Chúng được dùng trong một số ứng dụng nhất định nơi mà các keo dán nhạy áp không cung cấp đủ độ bền liên kết và độ bền nhiệt hay dung môi.

8.7.1.3. Keo dán hoạt hóa nhiệt

Keo dán hoạt hóa nhiệt được dùng cho các băng dính có thể sử dụng bằng nhiệt và áp lực. Chúng có thể được tạo ra từ rất nhiều loại vật liệu nhựa nhiệt dẻo khác nhau như sáp, polyetylen, polyete và etc xenlulo, nitroxenlulo, polyvinyl axetat, polyvinyl clorua và rất nhiều hỗn hợp cao su - nhựa. Một ứng dụng phổ biến nhất của keo dán này là trong ngành may mặc. Một băng dính dùng để chữa vải thường chứa keo dán polyvinyl clorua dẻo hóa sử dụng trên nền vải.

Băng dính dùng để sản xuất hộp bao gồm giấy phủ keo dán nhựa nhiệt dẻo chứa chất dẻo hóa polyvinyl axetat.

Các keo dán hoạt hóa nhiệt cung cấp lực liên kết bất thuận nghịch rất cao. Không có nguy cơ cháy hay ảnh hưởng đến sức khỏe khi sử dụng.

Một nhược điểm chính của nó, đặc biệt đối với ứng dụng công nghiệp là phải tác dụng nhiệt độ cao khi sử dụng.

Trong công nghiệp bao gói, gắn kết nhiệt không được coi là một phần của thị trường băng dính nhưng cũng rất cần được xem xét bởi phạm vi sử dụng rộng của nó. Giấy sếp được phủ bằng lớp vật liệu mỏng vật liệu gắn kết nhiệt cho phép việc đóng gói màng hay giấy có thể được thực hiện trong thiết bị đóng gói tự động.

8.7.1.4. Keo dán nhạy áp

Keo dán nhạy áp là các keo dán dính chặt sau khi áp dụng chỉ với lực tác dụng nhẹ bằng tay. Băng dính với các keo dán này đã được chấp nhận rộng rãi bởi sự dễ dàng sử dụng của nó và cũng có thể dễ dàng bóc băng này ra khỏi bề mặt được dán mà không để lại vết bẩn. Loại keo dán này cho giá trị lực kết dính thấp hơn nhiều so với hai loại keo dán đề cập ở trên.

Keo dán nhạy áp bao gồm một elastome kiểu cao su kết hợp với một tác nhân tạo độ dính là nhựa cứng hay lỏng. Hỗn hợp nhựa cũng có thể được dùng để tạo sự cân bằng các tính chất không thể thu được với riêng từng nhựa. Các chất chống oxy hóa có tác dụng ổn định keo dán, chống lại sự oxy hóa, phân hủy nhiệt, quang.

Keo dán nhiệt hay điện đôi khi chứa một lượng nhỏ nhựa phenolic tan trong dầu được đóng rắn nhiệt. Chất độn kiềm hay kẽm rezinate được đưa thêm vào với vai trò xúc tác để thúc đẩy phản ứng giữa nhựa phenolic và cao su. Keo dán được đóng rắn bằng cách gia nhiệt. Khả năng tương hợp là rất quan trọng đối với tính chất của keo bởi nhựa anky phenolic cao thì hiệu quả hơn nhiều so với các anky thấp hơn. Các hệ đóng rắn lưu huỳnh không được sử dụng trong băng dính điện bởi chúng gây nên sự ăn mòn hóa học đối với dây đồng. Tương tự như vậy, các hệ đóng rắn lưu huỳnh cũng không phù hợp cho băng dính phủ bởi lưu huỳnh và các dẫn xuất của nó làm mất màu các bề mặt sơn màu sáng. Các loại nhựa sáng màu và các chất chống oxy hóa không gây mất màu được sử dụng cho các keo dán không gây mất màu. Đối với các băng dính phủ chịu điều kiện nhiệt độ tác dụng cao thì phải sử dụng nhựa phenol focmandehit đóng rắn nhiệt như mô tả ở trên.

Các thành phần đặc trưng trong keo dán nhạy áp bao gồm:

Elastome: Cao su: SBR (cao su butadien styren), cao su butyl hay polyisobutylen, Buna-N (cao su butadien acrylonitrin), các polyvinyl etc (etyl hay cao hơn), các este polyacrylat (etyl hay cao hơn).

Các chất tăng dính: nhựa polytecpen, nhựa, các este nhựa thông và các dẫn xuất nhựa khác của nhựa thông, nhựa phenolic tan trong dầu, nhựa coumaron-inden, nhựa hydrocacbon dầu mỡ.

Các chất hóa dẻo: dầu khoáng, các polybuten lỏng, các polyacrylat lỏng, lanolin.

Các chất độn: kẽm oxit (ZnO), titan dioxit (TiO_2), nhôm hydrat, canxi cacbonat ($CaCO_3$), đất sét, chất màu.

Các chất chống oxy hóa: chất chống oxy hóa cao su (không gây mất màu), các dithiocacamat kim loại, các tác nhân chelat kim loại.

Một số keo dán nhạy áp đặc trưng:

Keo dán A	Tỷ lệ (PKL)
Crepe nghiền	100
Nhựa poly- β -pinene (điểm nóng chảy $70^{\circ}C$)	75
Dầu mỡ	5
Trimetyl dihydroquinolin polyme hóa	2
Keo dán B	
Cao su hun khói	100
Kẽm oxit	50
Nhựa thông hydro hóa	75
Sym-di- β -naphthyl-para-phenylen diamin	2
Lanolin	10
Keo dán C	
Copolyme butadien-styren (tỷ lệ 70:30)	50
Cao su hun khói	50
Este của nhựa thông hydro hóa	50
Trimetyl dihydroquinolin polyme hóa	2
Dầu mỡ	20
Keo dán D	
Polyvinyl etyl ete (độ nhớt nội = 2,37)	100
Nhựa thông hydro hóa	50
Phenyl- α -naphthylamin	0.35
Polyetylen glycol 400 diricinoleat	11.5
Keo dán E	
Polyisobutylen (polyme trọng lượng phân tử cao)	100
Polyisobutylen (dung dịch nhớt)	70

Các công thức A, B và C là keo dán đặc trưng cho hầu hết các ứng dụng thông thường còn keo dán D và E được dùng cho các ứng dụng đòi hỏi lão hóa quang và có độ trong.

Keo dán có thể được sử dụng ở dạng dung môi hay bằng cách phủ cán tráng. Cần phải có một lượng keo dán thích hợp để có thể đạt được độ ẩm và độ bám dính nhanh. Khối lượng lớp phủ khô từ 26-47 g/m² được sử dụng cho màng, 28,5-85 g cho nền giấy và 85-142 g cho nền vải.

8.7.2. Cơ sở lý thuyết của băng dính

Keo dán nhạy áp là hợp chất có độ nhớt cao mà bản chất có thể là sol gel thuận nghịch. Nó chứa một thành phần đàn hồi, một thành phần tạo độ nhớt và một thành phần dẻo nhớt. Keo dán phải biến dạng ở áp lực thấp để có thể làm ẩm ngay khi được sử dụng; hơn thế nữa, nó phải có đủ độ chảy mềm để duy trì được vị trí làm ẩm sau khi loại bỏ áp suất. Lượng nhựa tối đa được sử dụng phụ thuộc vào loại nhựa đã chọn và khả năng tan của mỗi nhựa trong pha cao su.

Hiệu quả của keo dán nhạy áp phụ thuộc ba yếu tố chính: khả năng làm ẩm hay khả năng dính nhanh; Độ bám dính; Lực cố kết.

Cân bằng các tính chất này là cần thiết đối với băng dính nhạy áp chất lượng tốt.

8.7.2.1. Khả năng làm ẩm

Tính chất này là khả năng keo dán có thể làm ẩm bề mặt mà nó được sử dụng dưới lực tác dụng nhẹ của tay. Các keo dán mềm cho khả năng làm ẩm tốt hơn nhưng lực cố kết lại thấp hơn, tuy nhiên khả năng làm ẩm của keo dán có thể tăng khi tăng độ dày của lớp keo dán sử dụng. Cân bằng riêng giữa khả năng làm ẩm và lực cố kết là cần thiết để đạt được hiệu quả tốt, ví dụ, giấy dán nhẹ có khả năng làm ẩm rất tốt nhưng không thỏa mãn làm keo dán nhạy áp vì lực cố kết của nó thấp.

Với các keo dán hoạt hóa nhiệt và dung môi thì khả năng làm ẩm hay khả năng dính nhanh có thể đạt được nhờ các dung môi hay nhiệt. Ở đây, sự lựa chọn cân bằng hợp lý giữa khả năng dính nhanh và lực cố kết lại không quan trọng bởi vì lực cố kết tăng nhanh trong quá trình sấy và làm lạnh.

8.7.2.2. Lực kết dính

Một keo dán nhạy áp lực kết dính cao có các đặc trưng và hiệu quả giữ tốt nhất sau khi sử dụng. Lực kết dính phải lớn hơn lực dán để tránh cho keo dán không bị tách ra khi dứt ra khỏi bề mặt dán. Tương tự như vậy, trong các ứng dụng trượt thì độ bền của keo dán là yếu tố quyết định hiệu quả của băng dính. Cấu trúc gel một phần trong keo dán là có lợi đối với nhiều ứng dụng, đặc biệt đối với những ứng dụng che phủ đòi hỏi bền

đứt xé ở nhiệt độ cao. Để đạt được độ cháy mềm, khả năng làm ẩm tốt mà vẫn có lực kết dính cao thì điều cần thiết là phải lựa chọn kỹ các điều kiện chế tạo và thành phần.

8.7.2.3. Độ bám dính

Độ bám dính là khả năng keo dán bám vào bề mặt khác. Đã có nhiều phương pháp nhằm xác định tính chất này nhưng phương pháp kiểm tra được chấp nhận rộng rãi nhất là kiểm tra lực bóc sẽ được mô tả ở phần sau.

Mỗi thử nghiệm bóc khác nhau đều rất khác nhau, đặc biệt là tốc độ bóc, do đó giá trị đo được không phải là lực liên kết bề mặt thực mà là một hàm của nhiều yếu tố khác nhau. Qua các tính toán về sức căng bề mặt có thể xác định rằng lực cần thiết để kéo băng dính nhảy áp có thể lớn gấp 10000 lần lực liên kết bề mặt.

Độ bám dính tăng khi tăng khối lượng keo dán. Các kết quả ban đầu trong phòng thí nghiệm cho thấy lực bóc phụ thuộc nhiều vào khối keo dán hơn là vào bề mặt dán. Tất cả các yếu tố này chỉ ra rằng hầu hết lực bóc tách đều làm biến dạng nền băng dính.

8.7.2.4. Kiểm tra độ bám dính

Phương pháp kiểm tra độ bám dính bóc 180° . Cũng như phương pháp kiểm tra độ bám dính tiêu chuẩn được mô tả trong ASTM-D-1000, phương pháp này đo lực cần thiết để bóc băng dính ở góc 180° từ một tấm panel thép không gỉ với tốc độ kéo là 0,5 cm/giây. Đây là phương pháp kiểm tra hiệu quả để xác định độ đồng đều của loại băng dính đưa ra. Độ bám dính bóc không giúp đoán trước hiệu quả của một loại keo dán mới vì các yếu tố khác đóng vai trò quan trọng hơn.

8.7.2.5. Kiểm tra lực giữ

Việc kiểm tra này nhằm đánh giá hiệu quả các đặc tính của băng dính. Có nhiều cách kiểm tra lực giữ khác nhau đã được phát triển tùy thuộc vào mục đích sử dụng. Thường là treo một vật nặng vào cuối của băng dính được gắn vào một bề mặt cho sẵn và đo thời gian để vật nặng kéo băng dính ra khỏi bề mặt.

8.7.2.6. Kiểm tra khả năng bám dính nhanh

Mẫu được gắn vào thiết bị xác định lực căng và làm cho va đập vào nền keo dán, lực kéo, thời gian tiếp xúc và áp lực có thể được kiểm soát và xác định.

8.7.3. Ứng dụng

Mặc dù ứng dụng của băng dính keo dán nhạy áp trong y tế đã được biết đến rộng rãi, nhưng trong các ngành công nghiệp thì các keo dán này lại ít phổ biến hơn. Ứng dụng của chúng được phân thành 11 loại chính.

- *Giữ và gói:* Rất nhiều đồ đạc khi vận chuyển được gắn với nhau bằng các băng dính nhạy áp, ví dụ, cánh cửa được gắn vào khung bằng keo dán để giữ cho chúng không bị xước hay hỏng. Ống, dụng cụ, gỗ tấm và rất nhiều đồ vật nhỏ được gắn với nhau bằng các băng dính nhạy áp. Các dây dẫn trong máy biến thế được giữ bằng các keo dán cách điện nhạy áp. Các dây xoắn trong roto và stato của motor điện được gắn với nhau bằng các keo dán cách điện. Các băng dính gia cường sợi đã được sử dụng rất rộng rãi thay thế cho các dây thép buộc quanh các thùng cacton. Các băng dính này rất dễ sử dụng do chúng có độ mềm dẻo nên không làm rách các góc gấp ở thùng cacton.
- *Che phủ:* Băng dính nhạy áp thường được sử dụng rộng rãi để che phủ các phần bề mặt không được sơn khi thực hiện phun sơn. Đối với các ứng dụng ở diện tích nhỏ thì băng dính sẽ che phủ toàn bộ phần không cần sơn, còn với những ứng dụng có diện tích lớn thì keo dán được dùng để ngăn giữa phần phun sơn và phần không phun. Việc che phủ được thực hiện trong tất cả các kiểu sản xuất từ các phần nhỏ như máy chữ đến các phần lớn như máy bay hay ô tô.
- *Gắn bó:* Có hàng nghìn kiểu đóng gói trong đó các hộp phải được gắn lại để chống ẩm và các tác nhân khác. Công việc gắn này được thực hiện nhanh chóng và hiệu quả bằng các băng dính nhạy áp. Các băng dính này còn có thể sử dụng hiệu quả cho các ống thông gió, thông nhiệt và các cửa kéo cho xe tải.
- *Keo dán bảo vệ:* Rất nhiều đồ vật cần được bảo vệ trong quá trình chế tạo hay vận chuyển. Băng dính nhạy áp có thể bảo vệ sản phẩm hay các bề mặt khỏi bị mòn, xước... Ví dụ các tấm thép không gỉ được phủ lớp băng dính bảo vệ trong suốt quá trình sử dụng để giữ bề mặt có độ sáng bóng như ban đầu. Cửa sổ thủy tinh hữu cơ thường được phủ bằng băng dính bảo vệ nhạy áp tới khi chúng đến tay khách hàng...
- *Gia cường:* Băng dính nhạy áp được dùng để gia cường cho các sản phẩm da, vải, giấy như các túi sách, ví, giấy gia cường các cạnh của hộp, các bản vẽ, bản đồ, ảnh, tài liệu cũng như các tài liệu quý...
- *Nối:* Băng dính nhạy áp thường được sử dụng trong các ngành công nghiệp như giấy, vải, sơn lót sàn để nối phần cuối của dải này với đầu của dải kia.

- *In khuôn*: Băng dính cũng được dùng để in khuôn tên và mẫu mã lên kim loại, thủy tinh và nhựa. ứng dụng này rất được ưa chuộng vì trước khi sơn vẽ nó được gắn chặt vào nền tạo nên các mẫu sơn sắc nét, sạch.
- *Băng dính đánh dấu*: Các băng dính nhạy áp có màu hay in được sử dụng để đánh dấu các dây điện, dây cáp, ống nước, bộ phận lưu giữ trong kho. Các nhà sản xuất thường dùng băng dính này vừa để quảng cáo và để gắn bít.
- *Đóng gói*: Rất nhiều nhà sản xuất công nghiệp cũng như các thương nhân thường dùng các băng dính nhạy áp để gắn và đóng gói tránh hư hỏng hay mất cắp. Hầu hết các túi nhựa đựng rau bẫy giờ được gắn bằng keo dán nhạy áp. Hơn thế nữa việc sử dụng các băng dính nhạy áp trong đóng gói sẽ cho tốc độ nhanh hơn các phương tiện khác.
- *Keo dán cách điện*: Băng dính cách điện nhạy áp được sử dụng trong sản xuất biến thế và motor trong công nghiệp điện. Các băng dính được dùng với hai mục đích: giữ các dây điện và lớp cách điện giữa hai đường dây gần nhau. Các băng dính chế tạo đặc biệt được dùng trong mạ điện kim loại, các tụ điện được giữ sát nhau bằng một dải băng dính nhạy áp nhỏ. Bộ phận đánh lửa tự động được giữ với nhau bằng băng dính.

Các băng dính này còn được dùng cho các thiết bị điện gia đình, cho các thiết kế ngầm. Băng dính lót vinyl và polyetylen được dùng để bọc ống dẫn khí ngầm, chống ăn mòn điện hóa. Băng dính "Teflon" với keo dán silicon nhạy áp và nền thủy tinh - vải với các keo dán silicon khác đang được sử dụng rộng rãi để cách điện ở nhiệt độ cao.

Ngoài cách điện còn có loại cách nhiệt và cách âm. Ví dụ, trong thiết kế máy bay, tấm cán nhôm dát mỏng - vải được dán vào phía trong của thân máy bay để cách âm và giảm độ rung. Trong lắp ghép các ống thông khí, lớp nhôm dát mỏng hoặc băng dính vinyl được dùng cho tất cả các mối nối hàn để tránh bị dò rỉ khí.

- *Các ứng dụng đặc biệt*: Băng dính còn được sử dụng để phản chiếu nhiệt và ánh sáng. Cả bề mặt giảm ma sát và chống trượt đều có thể phủ bằng những loại keo dán phù hợp. Loại băng dính màng trong được dùng để phủ các cuộn phim ảnh. Các băng dính nhỏ với màu sắc khác nhau hay được in hình đang được bán trên thị trường để làm các biểu đồ, biển hiệu... Các băng dính cũng có thể được sử dụng cho mục đích thẩm mỹ.

Các keo dán nhạy áp ngày càng được sử dụng nhiều hơn bởi chúng dễ sử dụng, an toàn và tiết kiệm thời gian và sức lực.

8.8. Phủ và gắn các vật liệu mài

8.8.1. Phủ và gắn vật liệu mài

8.8.1.1. Các bề mặt được mài

Việc mô tả ứng dụng của các keo dán trong vật liệu mài phải đề cập trước hết đến các tính chất vật lý, hóa học và hình dạng của bề mặt rắn được mài.

Nghiên cứu vật liệu mài dựa trên ba qui tắc ma sát cơ bản: (1) Độ bền ma sát phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc; (2) Độ bền ma sát là một hàm của tải trọng và (3) Các đặc tính ma sát của vật liệu trượt.

Việc chế tạo một bề mặt phẳng tuyệt đối là rất khó, thậm chí một bề mặt cực nhẵn nhưng qua kính hiển vi thì vẫn gồ ghề. Nếu vật liệu mài được đặt tiếp xúc với bề mặt được mài thì chỉ một số phần ở đầu các hạt nhám tiếp xúc với bề mặt và tạo nên những khoảng trống nhỏ giữa các điểm tiếp xúc.

Hai quá trình cơ bản, mài và làm bóng tạo nên thay đổi về tính chất hóa học, vật lý và cả cấu trúc tinh thể của bề mặt rắn. Trong quá trình mài, một lượng tương đối lớn các vật liệu rắn bị loại dọc theo bề mặt tinh thể mà không làm thay đổi hình dạng và tính chất hóa học của bề mặt tròn.

Hoạt động mài bị ảnh hưởng bởi nhiệt. Hạt nhám thì không nhất thiết lúc nào cũng phải cứng hơn bề mặt được mài. Có thể mài các bề mặt rắn hơn bằng các hạt mềm hơn nhưng với điều kiện điểm nóng chảy của các hạt này phải cao hơn của bề mặt được mài. Các phản ứng hóa học tại bề mặt được mài thường đóng góp vào quá trình mài hay đánh bóng.

Việc sử dụng dầu mỡ hay các tác nhân làm mát cũng không loại được nhiệt mài mòn. Nó nhận, chuyển một phần nhiệt và tập trung phần nhiệt còn lại ở vùng giới hạn.

Hiện nay, các sản phẩm của công nghiệp vật liệu mài không chỉ được sử dụng trong các ngành sản xuất gỗ, kim loại mà còn trong công nghiệp nhựa, da, giấy dếp, vải, thủy tinh...

8.8.1.2. Các loại vật liệu nền

Nền vải là các loại vải khác nhau nhưng có tính chất cơ lý cao. Để tạo bề mặt phủ và nền phù hợp, vải phải được độn trước khi đưa lên các thiết bị phủ vật liệu nhám. Các sản phẩm độn được rửa và nhuộm nếu cần, sau đó để độn vào vải thì keo và phụ gia biến tính được sử dụng, tùy thuộc vào độ mềm dẻo mong muốn của nền. Dextrin và đất sét cung cấp độ

mềm dẻo cần thiết và hỗn hợp keo được áp dụng cho vải bằng các trục phủ hay dao trên các thiết bị phủ. Có thể độn cả hai mặt của vải bằng cách độn hai bề mặt bằng hai thành phần khác nhau. Vải độn sau đó được sấy nhờ đưa qua một loạt ngăn sấy trước khi cuốn lại. Toàn bộ hoạt động được thực hiện dưới lực căng để loại bỏ càng nhiều độ giãn của nền càng tốt.

Nền giấy được sử dụng rộng rãi nhất cho các vật liệu nhám. Để đáp ứng hàng loạt các yêu cầu, chúng được dùng với bốn loại khác nhau:

- “A”- Loại nhẹ nhất và dễ uốn, dùng trong giai đoạn hoàn thiện
- “C” và “D” dùng cho mài nhẵn bằng tay
- “E” dùng cho mài nhẵn bằng máy, có độ cứng và bền

Keo dán được dùng rất ít trong sản xuất các nền giấy, nó được sử dụng như một lớp hồ mỏng tiếp sau quá trình sản xuất giấy.

Nền sợi lưu hóa có độ bền và chắc được dùng cho những ứng dụng ở thiết bị đĩa mài.

Nền giấy được ưa chuộng hơn nền vải hay sợi bởi nó có các tính chất vật lý tương đương mà giá thành lại thấp hơn. Tuy nhiên để xác định lựa chọn cuối cùng thì phải xem xét đến lực tác dụng trong những ứng dụng cụ thể.

Trường hợp mà quá trình mài đòi hỏi các tác nhân làm mát trên cơ sở nước như trong đánh bóng thủy tinh và trong trường hợp các bề mặt phủ vecni thì các loại vật liệu mài giấy hay vải phải có khả năng bền nước.

8.8.1.3. Các loại vật liệu mài

Để đáp ứng những yêu cầu khác nhau của các ngành công nghiệp khác nhau, ngành công nghiệp vật liệu mài sử dụng bảy loại hạt nhám khác nhau, nằm trong số đó là tự nhiên và khoáng: garnet, flint, emery, crocus và tripoli.

Nhôm oxit (Al_2O_3) và silic cacbua (SiC) được tạo ra trong các lò điện.

Hạt mài nhân tạo có độ đồng đều cao hơn loại tự nhiên. Độ cứng là một trong những đặc tính rất quan trọng của vật liệu mài. Các đặc tính khác của các hạt mài bao gồm: độ cứng, độ bền xé, độ bền kéo, các mặt phẳng tinh thể mà các vết nứt dọc theo nó làm ảnh hưởng đến hình dạng và kích thước của hạt.

Hạt mài được chọn cần phải có độ cứng để chịu được lực mài và duy trì được độ sắc cạnh cho quá trình mài.

- *Silic cacbua*: được sử dụng lần đầu tiên vào năm 1891 từ đất sét và than cốc, sau đó nó được tạo ra từ cát, cốc, muối, sắt, và mùn cưa. Nó được dùng để mài bóng sắt, đồng, đồng thau, nhôm, tạo cạnh và làm bóng cầm thạch, thủy tinh, nhựa.
- *Nhôm oxit*: được tạo ra từ bauxit, đặc biệt thích hợp với các vật liệu mài có độ bền kéo cao như hợp kim thép - đồng, thép cacbon cao...
- *Flint*: Vật liệu mài từ khoáng tự nhiên và khá sắc dùng cho các ứng dụng thủ công, sơn, làm bóng da, gỗ.
- *Garnet*: Cứng và sắc, dùng chủ yếu trong chế biến gỗ, trong chế biến các sản phẩm từ da.
- *Emery*: Vật liệu mềm nhất dùng để đánh bóng bề mặt.
- *Tripoli*: Vật liệu tự nhiên dùng để đánh bóng
- *Crocus*: Bột đánh bóng sắt oxit.

Tất cả các hạt mài đều được nghiền, sàng. Chất lượng bề mặt hạt được cải thiện bằng các phương pháp hóa học, ví dụ, xử lý axit hay kiềm. Việc biến đổi các vật liệu mài thô thành các hạt mài chuẩn rất phức tạp và đòi hỏi nhiều kinh nghiệm. Kích thước hạt mài từ rất thô (khoảng 2000 μm) đến rất mịn (khoảng 20 μm).

8.8.1.4. Các yêu cầu đối với keo dán

Các yêu cầu đối với keo dán trong công nghiệp vật liệu mài rất khắt khe bởi chúng phải tạo được liên kết tốt giữa nền và hạt mài, phải cứng và không hút ẩm. Các loại keo dán đang được dùng nhiều hiện nay là keo dán nguồn gốc động vật, nhựa, sơn.

Keo dán nguồn gốc động vật có độ bám dính nhất định đối với các hạt mài, có đặc tính tạo gel nhanh, bền và cứng phù hợp nhất cho ngành công nghiệp vật liệu mài. Độ ổn định cao trong các điều kiện bảo quản phù hợp, tính kinh tế và sẵn có cũng là một số ưu điểm nữa của keo dán này.

Trong số nhiều loại keo dán dùng để sản xuất vật liệu mài thì keo dán từ da chất lượng cao được dùng rất rộng rãi. Những loại khác như keo dán từ xương, keo từ cá... không có được tất cả các đặc tính cần thiết để sản xuất vật liệu mài, đặc biệt khi các ứng dụng của vật liệu mài ngày càng đòi hỏi yêu cầu cao hơn. Việc lựa chọn loại keo dán phù hợp cho mỗi ứng dụng phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Các keo dán chất lượng cao được dùng cho các sản phẩm cơ học thường phải chịu áp suất cao liên tục trong quá trình mài, còn các keo dán chất lượng thấp hơn được dùng cho các sản phẩm mài tay hay các quá trình mài nhẹ nhàng hơn.

Thường thì trong ngành công nghiệp vật liệu mài, rất nhiều phụ gia và các tác nhân biến tính được sử dụng, trong đó loại quan trọng nhất là canxi cacbonat trộn cùng với keo dán phủ để cải thiện độ bền của vật liệu mài trước nhiệt cộ sát và độ ẩm không khí. Các phụ gia như tinh bột sắn, dextrin và đất sét cũng được sử dụng làm chất độn cho nền vôi. Tinh bột có giá thành thấp, giúp tạo độ cứng và độ đặc, trong khi đất sét và dextrin tạo độ mềm dẻo mong muốn cho quá trình mài tay hay đánh bóng đường viên bằng máy.

Để chế tạo keo dán động vật, việc đầu tiên là phân tán nước trong keo và thứ hai là dung dịch keo trong nước. Do quá trình đầu là phản ứng toả nhiệt nên keo dán phải được nhúng vào nước lạnh trong nửa tiếng, sau đó giữ ở 60°C trong vòng 4 giờ trước khi thay đổi tùy thuộc vào cỡ hạt phủ. Keo dán được dùng phải hoàn toàn không có bột.

Giấy chịu nước là một trong số các sản phẩm đầu tiên được chế tạo với chất liên kết nhựa này. Các sản phẩm đầu tiên có sử dụng sơn lâu khô và dầu polyme hóa mạch dài do chúng có độ mềm dẻo và các tính chất phủ của chúng. Gần đây, sơn với dầu mạch ngắn hơn đã được sử dụng.

Các giấy chịu nước ngày nay khác nhiều so với loại ban đầu. Nền giấy độn latex đã tạo nên sản phẩm có độ mềm dẻo, dai và chịu nước tốt hơn.

Ngành công nghiệp vật liệu mài từ nhiều năm nay đã sử dụng keo dán từ da làm chất liên kết chính. Sự phát triển của quá trình sản xuất bằng máy móc đòi hỏi keo dán có độ bền nhiệt cao hơn, do vậy cần phải phát triển các vật liệu mới với các nhựa liên kết. Ban đầu, các sản phẩm này được tạo ra với lớp phủ keo dán từ da và lớp phủ - hồ nhựa phenolic với đặc tính khô nhanh và đóng rắn nhanh. Các sản phẩm tạo ra theo cách này cho thấy có sự cải thiện đáng kể so với sản phẩm 100% keo bởi chúng có khả năng chịu nhiệt lớn hơn, bền hơn và độ bám dính cao hơn.

Một hệ thỏa mãn về mặt thương mại để chế tạo các vật liệu mài cũng được dùng cho một số ứng dụng nhất định với các điều kiện sử dụng tương đối nghiêm ngặt. Các nhựa này thường là ure biến tính nhằm cải thiện độ mềm dẻo trong quá trình sử dụng. Các sản phẩm được tạo ra với loại nhựa này rất dễ xử lý (có nhiệt độ đóng rắn thấp) và đặc biệt thích hợp cho ngành chế tạo các sản phẩm gỗ.

Trong các sản phẩm vải loại “nhựa - nhựa”, nhựa phenolic đóng rắn chậm được sử dụng nhằm đạt được độ bền liên kết lớn hơn và độ bền nhiệt cao hơn. Loại vải chịu nước bao gồm vải thấm nhựa phenolic biến tính với các tác nhân hóa dẻo hay các vật liệu có độ co giãn và một lớp phủ phenolic.

Cho tới nay dây đai vải nhựa dùng cho các hoạt động mài được tạo ra trên nền truyền thống, tương tự những loại được sử dụng với các dây đai gắn keo. Một phương pháp gắn mới đã được sử dụng để sản xuất các sản phẩm gắn nhựa trong đó nền được hồ bằng một lớp màng nhựa phenol focmandehit mỏng và sấy đến khi hết dính, sau đó được phủ bằng các hạt mài theo phương pháp tĩnh điện hay phương pháp tỷ trọng thông thường. Phương pháp này cho thấy có sự cải thiện hơn hẳn so với phương pháp truyền thống.

Với những tiến bộ nhanh chóng trong phát triển và nghiên cứu, công nghệ gắn nhựa đang biến đổi không ngừng. Sự thay đổi này là động lực mạnh mẽ và tạo nên tiến bộ to lớn trong công nghệ và sản xuất.

8.8.1.5. Sản xuất các vật liệu mài

Trong quá trình liên tục, giấy hay vải được đưa qua các trục in quay để in các tên thương mại, chất lượng và cỡ hạt của vật liệu mài còn các số được in lên mặt sau. Sau đó, nó được đưa qua giữa hai trục lăn phụ mà trục lăn thấp hơn được nhúng trong thùng keo dán lỏng rồi được chuyển lên phía trên của nền phủ. Sau đó nền chạy vòng qua phía trên trục lăn rồi vòng xuống phía dưới phễu nạp liệu nơi đó các hạt mài được rải lên. Tại đó keo dán phải thực hiện được các chức năng sau:

- Cho phép các hạt mài có thể ăn sâu vào lớp keo dán
- Tạo chất lượng liên kết tốt với hạt cũng như nền.
- Cho phép thực hiện một cách tiết kiệm

Ở bước tiếp theo, sản phẩm được đưa vào một buồng sấy lớn và treo lỏng lẻo dưới dạng những thông lọng dài. Trước khi hoàn tất chu kỳ sấy thì một lớp phủ thứ hai được phủ lên hạt mài, lớp phủ này sẽ bám chặt vào hạt. Lượng keo dán dùng để phủ có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh độ nhớt của hỗn hợp keo dán và điều chỉnh áp lực trục lăn. Một lần nữa, sản phẩm được đưa tới buồng sấy và được cuộn lại sau khi đã sấy xong hoặc sau khi đóng rắn.

Việc trải hạt nhám bằng phương pháp cơ học là quy trình hàng ngày trong ngành công nghiệp vật liệu mài. Tuy nhiên phương pháp tĩnh điện để gắn các hạt nhám hiện đang trở nên phổ biến hơn, đặc biệt đối với các hạt có kích thước trung bình và mịn. Nền được đưa qua với mặt phủ được hướng xuống giữa hai điện cực. Hạt nhám được chuyển lên một băng tải vào điện trường phía trên điện cực dưới (catot) với một điện thế lớn thay đổi. Khi đưa vào điện trường, các hạt nhám được lấy lên nhờ anot và keo dán trên nền, ưu điểm của phương pháp này là các hạt được định hướng theo chiều thẳng đứng vuông góc với nền, do vậy sản phẩm

rất tuyệt về cả độ sắc mài và tuổi thọ. Thiết bị kiểm tra tia β cho thấy có sự thay đổi rất ít về khối lượng của nền, keo dán và các hạt mà không ảnh hưởng đến tiến độ của quá trình sản xuất. Các phương pháp kiểm soát chất lượng khác, như đo độ nhớt và các đường cong phân bố kích thước hạt cũng bổ sung cho việc nghiên cứu các quy trình sản xuất.

Các loại keo dán đều có thể thực hiện bằng hai phương pháp phân tán các hạt lên nền: phủ hồ và phủ kín. Trong phương pháp phủ hồ, các hạt được đặt lên nền với một khoảng cách nhất định, tùy thuộc yêu cầu mà khoảng cách có thể rộng hay hẹp. Trong phương pháp phủ kín, các hạt được phủ kín sát nhau. Các sản phẩm này được dùng trong các ứng dụng mà một lượng lớn vật liệu cần phải được mài dưới áp lực cao. Trái lại, lớp phủ hồ được dùng để giảm tải và cho phép vật liệu mài có thể gắn tự do trên mọi vật liệu như nhựa thông, nhựa than, nhựa gấn.

Việc loại độ ẩm khỏi các hạt nhám phủ đòi hỏi các điều kiện cân bằng về độ ẩm, nhiệt độ trong một quá trình tương đối chậm do độ dày của các keo dán sử dụng. Khi sấy, nhiệt độ chảy mềm của keo dán tăng, do đó cho phép tăng nhiệt độ của ngăn sấy. Việc kiểm soát hợp lý độ ẩm sẽ ngăn chặn khả năng keo dán bị đóng rắn.

Các hoạt động liên tục bao gồm việc làm mềm, cắt, tách, hay nhuộm tới kích thước và hình dạng thích hợp, việc kiểm tra, lưu giữ hoặc vận chuyển. Trong trường hợp các dây curoa phủ vật liệu nhám, quá trình nổi được thực hiện trước khi đưa vào lưu giữ. Trong quá trình tạo các dây curoa mài thì loại keo dán sử dụng được quyết định bởi công dụng cuối cùng của sản phẩm. Các keo dán có chất lượng cao nhất là cần thiết bởi rất nhiều các dây đai chạy dưới lực căng và áp lực hoạt động rất cao. Đối với nhiều ứng dụng thì điều cần thiết là phải tăng độ mềm dẻo. Với mục đích này các vật liệu phủ hạt nhám được kéo dưới lực căng qua thanh thép để tạo "các đường mềm" ở góc 90° hay ở góc 45° so với mỗi cạnh của vật liệu. Việc làm mềm quá cũng có thể làm hỏng khả năng gắn của keo giữa lớp phủ và nền.

Phù hợp nhất cho mài máy là các đĩa mài được tạo ra từ vải hoặc các sợi đóng rắn có độ mềm dẻo. Chúng được sử dụng, đặc biệt trong công nghiệp thép nơi các bề mặt phẳng được mài để loại các phần gồ ghề. Các đĩa này có tính kinh tế cao. Sau khi cạnh bị hỏng thì có thể cắt bỏ đường viền hỏng xung quanh và phần đĩa nhỏ hơn còn lại tiếp tục được sử dụng.

8.8.2. Các loại keo dán sử dụng trong gắn các hạt nhám

Việc sản xuất vật liệu mài đòi hỏi phải sử dụng keo dán với nhiều tính chất đặc biệt để có thể thực hiện được các chức năng khác nhau trong

quá trình từ hoạt động trộn ban đầu đến hoạt động gắn sản phẩm cuối cùng. Các ứng dụng quan trọng nhất là:

8.8.2.1. Các chất gắn kết tạm thời trong vật liệu mài gắn lên gốm

Hai yếu tố cơ bản trong tất cả các sản phẩm mài là hạt nhám và keo dán. Keo dán gồm bao gồm các hỗn hợp thủy tinh, đất sét. Keo dán ở dạng bột và được sử dụng trong giai đoạn chế tạo đầu tiên cần phải được phân bố đồng đều như một lớp phủ trên mỗi hạt trong hỗn hợp. Các keo dán thường được gọi chung là chất gắn kết tạm thời trong ngành công nghiệp vật liệu mài.

Các chất gắn kết tạm thời thường được dùng phổ biến nhất là các keo dán nước như dextrin trong nước và nhũ tương sáp. Keo dán được thêm vào thành phần khô trong hỗn hợp trong khi máy trộn vẫn hoạt động đến khi thu được hỗn hợp đồng nhất. Hỗn hợp cuối cùng phải cho phép các hạt nhám được phủ đồng đều và có thể chảy tự do để đạt được sự phân bố đồng nhất khi hoạt động.

Một chức năng quan trọng khác của keo dán gắn kết tạm thời là tạo khả năng nhảy áp cho hỗn hợp. Khi tác dụng lực trong quá trình đúc, hỗn hợp được nén trong khuôn tới kích thước và hình dạng xác định. Tại giai đoạn này vật liệu được đúc phải có đủ độ bền “tiền thiêu kết” để có thể rút ra khỏi khuôn. Khi các keo dán loại tan trong nước được sử dụng, hỗn hợp thiêu kết được sấy ở nhiệt độ tương đối thấp để có thể làm bay hơi nước và do đó tăng lực tiền thiêu kết hỗn hợp.

Các keo dán nhũ tương sáp cũng có thể được sử dụng theo cách tương tự, hoặc hỗn hợp có thể được sấy trước khi đưa vào khuôn đúc.

Keo dán gắn kết tạm thời còn có một chức năng khác nữa, đó là ổn định kích thước và hình dạng của hỗn hợp đúc trong giai đoạn sấy cho tới khi hỗn hợp này đạt được đủ độ bền. Chất gắn kết là một vật liệu hữu cơ thường mất tính chất dán ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tạo lực ban đầu trong hợp chất gắn kết, do đó phải có đủ cacbon dư trong vật liệu đúc để duy trì cấu trúc ở giai đoạn trung gian của quá trình sấy. Tuy nhiên vết cacbon còn lại phải cháy hết trước khi hỗn hợp đúc này hoàn toàn ổn định. Vì vậy loại keo dán thích hợp cho mục đích này phải có độ cân bằng các tính chất trong suốt quá trình sử dụng.

8.8.2.2. Các keo dán hữu cơ cho vật liệu mài

Keo dán sử dụng cho các sản phẩm này có tính chất đặc biệt, hơn thế nữa chúng phải đáp ứng được các yêu cầu khắt khe về độ đồng đều các tính chất hóa học và vật lý. Với lực liên kết đủ để chịu được các lực ly tâm

trong các bánh mài quay ở tốc độ hoạt động thì không đủ để giữ được các hạt.

Các vật liệu mài hiệu quả phải có khả năng “tự mài sắc”, nghĩa là khi hoạt động bánh mài sẽ mòn và cần phải tăng lực tác dụng để chúng có thể tiếp tục mài hiệu quả bề mặt thực hiện. Trong trường hợp này, các hạt nhám đã mòn sẽ được loại bỏ và các hạt mới sẽ tiếp tục hoạt động. Do các hoạt động mài khác nhau nên đòi hỏi các keo dán có độ bền được kiểm soát khác nhau.

Các keo dán hữu cơ được sử dụng phổ biến nhất là nhựa tổng hợp, cao su và senlac.

- *Keo dán dạng nhựa:* nhựa tổng hợp dùng trong công nghiệp thường được gọi là các “resinoid” bao gồm phenolic lỏng một giai đoạn, các novolac với xúc tác hexametylen tetramin, các ankyt dạng bột và lỏng. Senlac là nhựa tự nhiên với một số đặc điểm tương tự như ankyt.

Quy trình gắn hạt nhám bằng các nhựa này bao gồm việc đầu tiên là làm ẩm hạt nhám bằng các tác nhân hóa dẻo hay dung môi trong thiết bị trộn sau đó nhựa được đưa vào hỗn hợp. Nếu một lượng chính xác tác nhân hóa dẻo hay dung môi đã được đưa vào ban đầu thì hỗn hợp tạo ra sẽ chảy tự do, các hạt nháy áp được phủ nhựa đồng đều.

Việc đúc hỗn hợp nhựa này có thể được thực hiện bằng cách ép nguội ở nhiệt độ phòng hoặc ép nóng. Kỹ thuật ép nguội được dùng cho các cấu trúc xấp hơn. Hỗn hợp sẽ được đúc theo kích thước và hình dạng xác định. Nó phải có đủ độ bền tiền thiêu kết để có thể rút ra khỏi khuôn và chịu được quá trình xử lý tiếp theo. Sản phẩm sau đó được sấy trong lò, quá trình này sẽ tạo lực bám dính tạo thành cầu nối liên kết các hạt với nhau.

Phương pháp đúc nóng, dùng cho các cấu trúc không xấp, được tiến hành bằng cách tác dụng nhiệt và lực để ép khuôn tới kích thước và hình dạng xác định. Hỗn hợp nhựa sẽ chảy và lấp kín các khoảng trống ở các hạt nhám do đó đạt được độ bền và độ bám dính tốt.

- *Keo dán dạng cao su:* Cao su tạo các liên kết linh động cho các bánh mài. Cao su dạng sánh được trộn với các hạt nhám và các thành phần khác theo quy trình tương tự như ở keo dán nhựa. Người ta cũng thường tiến hành trộn trên các trục lăn và cán thành tấm, từ đó các bánh mài được cắt và đóng rắn. Sản phẩm cuối cùng có thể mềm dẻo như tẩy bút chì hay đóng rắn cứng tùy thuộc vào thành phần và ứng dụng của sản phẩm.

8.8.2.3. Quá trình gắn

Ở giai đoạn này việc sử dụng keo dán vẫn chưa hoàn chỉnh. Để tạo vật liệu mài theo mẫu mã và hình dạng mong muốn của người tiêu dùng, cần phải thực hiện một trong những hoạt động dán sau đây.

- *Dán bánh mài vào các tấm thép:* Keo dán dùng để gắn bánh mài vào tấm thép phải có đủ lực ở cả nhiệt độ phòng và nhiệt độ cao để có thể chịu được những lực tác dụng khác nhau trong quá trình mài. Keo dán phải có độ co giãn để thích ứng được các hệ số giãn nở nhiệt khác nhau của thép và hạt nhám. Keo dán cũng phải có độ bền nhiệt để chịu được nhiệt sinh ra trong quá trình mài. Có nhiều hoạt động mài ướt do đó keo dán phải bền trong các dung dịch mài như nước, chất tẩy rửa hay dầu.

Có một số phương pháp phổ biến để gắn bánh mài vào tấm thép.

- *Phương pháp Gammeter.* Đây là phương pháp thành công đầu tiên gắn vật liệu mài vào các tấm thép sử dụng công nghệ cán. Một tấm cao su có độ co giãn với chiều dày 0,16cm được gắn vào giữa nền vật liệu nhám và tấm thép, nó hoạt động như một chất kết dính hai lớp này với nhau. Tấm cao su cũng phải có đủ độ co giãn để chịu được các hệ số giãn nở nhiệt khác nhau của hai vật liệu. Mặc dù phương pháp này vẫn được sử dụng nhưng nó đã gần như bị thay thế hoàn toàn bằng các keo dán nhựa.
- *Keo dán nhựa.* Các loại epoxy dẻo hóa sử dụng cho mục đích này rất sẵn có với nhiều độ co giãn khác nhau. ở phương pháp này, chỉ cần phủ lớp keo lên bề mặt tấm thép sạch và sau đó đặt nền vật liệu mài lên. Hệ này có thể được sấy khô hay gia nhiệt trong một thời gian khá ngắn để đông rắn keo dán.

Một lớp keo dán có chiều dày 0,08 cm là cần thiết để có thể chịu được các lực tạo ra do hệ số giãn nở nhiệt khác nhau giữa thép và vật liệu mài. Điều này lại trái với nguyên tắc là lớp keo dán càng mỏng càng tốt.

Việc dán các vật liệu mài bằng keo dán hữu cơ vào thép thì không khó như với vật liệu mài gắn bằng keo dán trong. Hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu mài gắn keo dán hữu cơ là tương đương với thép, do đó cho phép sử dụng các keo dán cứng hơn, bền nhiệt hơn. Tuy nhiên các keo dán cứng phải không có quá nhiều trong quá trình đông rắn bởi khi co sẽ gây ra ứng suất làm cho tấm thép bị cong, đặc biệt khi diện tích rộng.

Việc lựa chọn chất đông rắn cho keo dán epoxy phụ thuộc vào các tính chất vật lý mong muốn ở sản phẩm cuối cùng và quy trình sử dụng. Thời gian làm việc của keo dán có thể kéo dài từ 0,5 giờ nếu sử dụng một số chất đông rắn amin tới vài giờ nếu sử dụng một số anhydrit axit

hữu cơ. Chất đóng rắn amin béo thường đóng rắn ở nhiệt độ phòng nhưng có thể cải thiện độ bền ở nhiệt độ cao nếu đóng rắn trong lò ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn. Các chất đóng rắn anhydrit axit có độ bền nhiệt cao hơn các chất đóng rắn amin béo nhưng đòi hỏi thời gian đóng rắn dài hơn và nhiệt độ đóng rắn cao hơn để có thể đạt được độ bền tối đa.

Quy trình chế tạo cũng như đóng rắn nhựa epoxy vẫn đang tiếp tục được phát triển. Nếu sử dụng các nhựa này thì tốt nhất là phải tìm kiếm sự trợ giúp, tư vấn của các nhà sản xuất để có thể lựa chọn loại thích hợp cho mỗi ứng dụng nhất định.

Trong trường hợp nhiệt độ cao tạo ra khi mài thì các hệ epoxy hiện nay vẫn chưa đáp ứng được. Quá trình mài này đòi hỏi các keo dán nhựa phenolic với độ bền nhiệt cao. Các nhựa một giai đoạn dạng lỏng được gia cường bằng các chất độn hay bột, ví dụ, cryolit, flint, feldspar, magic oxit... thích hợp cho ứng dụng này. Các nhựa hai giai đoạn dạng bột được phân tán trong những dung môi hoạt tính mạnh như furfural và được độn bằng các loại bột như trên cũng được sử dụng hiệu quả.

Keo dán phenolic cần phải được giới hạn đối với những bánh mài có đường kính nhỏ. Độ bền nhiệt của keo dán này khi được đóng rắn hợp lý là tương đương hoặc có thể cao hơn cả nhựa dùng để tạo bánh mài.

- *Gắn các trục trong các bánh mài:* Để dùng cho mục đích này, keo dán phải có độ rắn chắc đặc biệt để có thể giữ được phần cong của trục trong bánh mài. Keo dán cũng phải có độ bền nhiệt cao và phải duy trì được độ cứng và bám dính trong quá trình mài khô.

Keo dán đồng oxit - axit photphoric là một trong số những loại đầu tiên đã được chấp nhận rộng rãi. Tuy nhiên loại keo dán này đòi hỏi việc kiểm soát và xử lý chính xác các vật liệu. Nó cũng có xu hướng thấm vào bánh mài và gây mất màu.

- *Keo dán nhựa phenolic.* Keo dán nhựa phenolic có độ bền và chức năng thích hợp thỏa mãn hầu hết các ứng dụng, dễ dàng kiểm soát không giống như keo dán đồng oxit. Đối với một số ứng dụng nhẹ và loại bánh mài mềm thì keo dán epoxy là thỏa mãn. Trong nhiều trường hợp người ta ưa dùng keo dán epoxy hơn so với keo dán nhựa phenolic và oxit đồng bởi vì với những vật liệu mài cấu trúc hờ thì chúng ít có khả năng thấm và làm mất màu hơn.

Các bánh mài gắn bằng các hợp chất hữu cơ không đạt được nhiệt độ cao trong các lò đóng rắn như với loại trong và do đó có thể gắn khi đưa các trục vào trong các bánh mài. Sự kết hợp độ bám dính và gắn cơ học phần cong của trục ngăn chặn khả năng xoắn của bánh mài khi sử dụng.

- *Các sợi kim loại.* Để phù hợp với các ống dạng cuộn, sợi kim loại được dán trong các bánh mài theo phương pháp giống như các trục. Để đơn giản khi hoạt động, keo dán cũng thường được dùng cho các sợi như đối với trục.
- *Keo dán dùng trong hệ bánh mài bột giấy.* Các bánh mài bột giấy là các bánh rất rộng trong ngành công nghiệp giấy để mài gỗ thành bột giấy. Chúng bao gồm một vòng ngoài là các hạt nhám, lõi là phần bê tông (keo dán). Phần vòng hạt nhám chứa các phần hình vuông được gắn với nhau bằng vật liệu có độ co giãn. Keo dán sử dụng phải có độ bền nước sôi và có độ co giãn thích hợp cho hệ khi nhiệt mài tạo ra. Tốc độ hồng keo dán phải tương đương với tốc độ hồng của hạt nhám. Keo dán quá cứng sẽ tạo ra các gờ ở điểm gắn và do đó ảnh hưởng đến hoạt động mài. Loại keo dán quá mềm sẽ dễ bị mài mòn hơn hạt nhám, như vậy sẽ không hỗ trợ thích hợp cho các cạnh, điều này có thể làm cho vật liệu dễ bị nứt khi sử dụng. Do sử dụng với diện tích rộng nên keo phải có độ xốp tối thiểu để giảm các túi khí trong keo dán.

Keo dán nhựa phenolic đã được sử dụng với một số thành công nhất định. Nhược điểm của loại keo dán này là cần phải đông rắn nhiệt bánh mài sau khi đã hoàn thiện để đạt được các đặc tính vật lý mong muốn. Các keo dán nhựa phenolic đông rắn qua ngưng tụ do đó có xu hướng hình thành các túi khí ở sản phẩm ngưng tụ.

Nhựa epoxy cùng với chất đông rắn amin đặc biệt sẽ đông rắn ở nhiệt độ phòng. Không có khí tạo ra trong quá trình đông rắn do đó khả năng hình thành các túi khí được loại trừ.

8.8.2.4. Hoàn thiện

Sau khi hạt nhám đã được xử lý, một số thành phần được đưa vào. Phần được đúc cho các thiết bị mài bề mặt đòi hỏi phải có các vật liệu vòng đệm đặc biệt. Các vòng đệm này có tác dụng lót giữa lõi và vật liệu mài để giảm khả năng nứt của vật liệu mài và bảo vệ bề mặt của lõi không bị hạt nhám làm hỏng.

Keo dán cho hoạt động này phải có khả năng giữ chặt lớp đệm, nó phải là tác nhân làm mát và chịu nước do đó lớp đệm sẽ không bị lỏng khi mài ướt. Keo dán trên cơ sở cao su sẽ thỏa mãn mục đích này.

Các bánh mài phải có các vòng đệm trên các mặt của bánh để lót giữ gờ của máy và bánh mài. Keo dán cho mục đích này phải bền, ngoài ra nó phải có độ nhớt thấp để có thể tạo lớp màng đồng đều, tạo độ phẳng cho các mặt của bánh mài. Nó phải có lực bám nhanh để giữ

lớp đệm đúng vị trí cho tới khi khô. Dung dịch nước của natri silicat cũng như các latex tan trong nước thường được sử dụng làm keo dán.

8.9. Độ bám dính của lớp phủ

Độ bám dính có vai trò rất quan trọng trong rất nhiều lĩnh vực công nghệ. Khi mất độ bám dính, lớp phủ trở nên vô dụng.

Quan điểm về độ bám dính của lớp phủ sẽ đề cập đến năm khía cạnh: (1) quan điểm chung liên quan đến nghiên cứu lý thuyết về tính chất cơ học và vật lý của màng, cơ chế gây hỏng; (2) nền; (3) ứng dụng; (4) kiểm tra và giải thích và (5) ảnh hưởng môi trường.

8.9.1. Thảo luận chung

8.9.1.1. Các nghiên cứu lý thuyết về tính chất vật lý và cơ học của màng

Để được sử dụng làm lớp phủ thì màng hữu cơ phải có khả năng tương tác mạnh với nền. Dung môi hay hệ phân tán phải tương hợp với bề mặt nền. Góc tiếp xúc bằng 0 là điều kiện tiên quyết để tạo hệ trong đó polyme hay tiền polyme sẽ tạo màng liên kết chặt sau khi vật liệu bay hơi đã được loại bỏ. Đầu tiên phải là tương tác khởi mào với dung môi, tiếp sau là sự hấp phụ nhanh chóng của pha polyme lên bề mặt nền. Pha polyme cũng làm cho các hạt chất màu chuyển động do tương tác giữa chất màu - polyme. Nếu hàm lượng chất màu không quá lớn thì sự có mặt của chất màu trong lớp phủ sẽ không gây ra ảnh hưởng đáng kể đối với độ bám dính, do đó không cần phải xem xét.

Cách mà polyme hấp phụ lên nền không quan trọng. Phải xác định được rằng các liên kết hình thành trong hầu hết các trường hợp đều là liên kết vật lý, khác với liên kết hóa học thực sự. Sự hấp phụ của polyme là phức tạp và liên quan đến sự cạnh tranh giữa các phân tử polyme và dung môi để chiếm vị trí hoạt hóa. Do các phân tử dung môi nhỏ hơn nhiều nên chúng gắn vào bề mặt trước rồi sau đó bị thay thế dần bởi các phân tử polyme.

Việc lựa chọn một dung môi yếu trợ giúp cho sự tương tác polyme - nền bằng cách đẩy các phân tử polyme ra khỏi dung dịch. Tuy nhiên, dung môi yếu sẽ nén các phân tử polyme thành các khối kết tụ chặt hơn so với dung môi mạnh, điều này cho phép có ít các vị trí hoạt hóa so với lượng phân tử hấp thụ. Mặt khác, sự linh động của polyme lớn hơn trong dung môi mạnh do đó các phân tử dễ dàng chuyển tới bề mặt tiếp xúc nơi xảy ra sự hấp phụ.

Sự hấp phụ và độ bám dính bị ảnh hưởng bởi một số nhân tố: sự oxy hóa bề mặt, sự nhiễm bẩn... Có thể nói rằng ở những hệ có bề mặt không oxy thì độ bám dính tăng lên đáng kể. Trong một số trường hợp điều này là do sự hình thành các liên kết hóa học. Trong khi sự có mặt của oxy làm giảm khả năng tạo liên kết hóa học thì sự hình thành các liên kết vật lý tạo liên kết đủ mạnh cho các lực cơ học nói chung mà lớp phủ sẽ phải chịu.

Sự nhiễm bẩn làm cản trở quá trình hình thành các liên kết keo dán. Nếu các chất gây nhiễm bẩn bị hấp phụ mạnh thì lớp phủ không thể cạnh tranh được các vị trí bề mặt.

Các yếu tố khác đóng góp vào sự hình thành các liên kết keo dán đều mang tính nội tại. Ví dụ, phân tử khối của keo dán cũng rất quan trọng. Các lớp phủ được sử dụng thường là các polyme có phân tử khối thấp hơn so với các mục đích khác. Để sử dụng dễ dàng ở dạng màng mỏng thì nên sử dụng độ nhớt thấp và hàm lượng rắn cao. Thường thì vật liệu có khối lượng phân tử cao hơn có thể thu được nhiều hơn các liên kết bề mặt/ phân tử nhưng ảnh hưởng này có thể bị cản trở, giảm tính linh động nội phân tử. Do độ bền khối đóng góp vào độ bám dính nên người ta thường dùng lớp phủ có phân tử khối cao hơn.

Một yếu tố quan trọng nữa đó là tốc độ giải phóng dung môi. Nhiều nghiên cứu cho thấy khi trong lớp phủ còn lại một lượng xác định pha lỏng thì độ bám dính còn duy trì. Khi pha lỏng hết thì liên kết mất tác dụng, pha lỏng hoạt động như một "lớp gắn kết" giữa keo dán và nền. Trong rất nhiều trường hợp, chất đệm được sử dụng là vật liệu mềm hơn, linh động hơn.

Trong một số trường hợp khác, như với một số lớp phủ copolyme vinyl clorua thì việc loại dung môi không hoàn toàn sẽ dẫn tới độ bám dính thấp. Sự hấp phụ chọn lọc các dung môi phân cực tại bề mặt tiếp xúc tạo nên liên kết yếu với lớp phủ.

Sự polyme hóa, chẳng hạn các vật liệu nhựa dầu, có thể tạo nên ứng suất biến dạng đáng kể tác dụng lên lớp phủ. Trong nhiều trường hợp, quá trình trùng hợp khối thường đi kèm với sự giảm thể tích. Mặc dù tốc độ polyme hóa chậm, vật liệu thường không thể nhả ứng suất. Khi quá trình trùng hợp tiếp tục, hệ này sẽ có cấu trúc lưới và cuối cùng, nếu không được kiểm soát sẽ tạo ra sự co, đó chính là yếu tố làm màng bị hỏng.

Một số polyme nhiệt dẻo mới phát triển gần đây có thể chịu được các lực tác dụng khác nữa. Nhiều loại trong số này chuyển từ trạng thái hoàn toàn vô định hình sang trạng thái tinh thể. Sự tinh thể hóa xảy ra dẫn tới giảm phân tử khối polyme cùng với sự tập trung áp lực cao, đặc biệt ở vùng sát

với bề mặt tiếp xúc, ví dụ với nylon 6,6. Polyamit có thể được phủ lên nền từ trạng thái nóng chảy và nhanh chóng được làm lạnh tới hàm lượng tinh thể gần 0. Lớp phủ có độ bám dính ban đầu rất tốt. Khi đúng thời điểm, thậm chí ở nhiệt độ tương đối thấp thì độ bám dính bị thoái biến khi các tinh thể bắt đầu hình thành. Cuối cùng không còn tồn tại các liên kết giữa nền và nylon. Các vật liệu khác như polyetylen terephthalat không có khả năng tinh thể hóa ở nhiệt độ phòng bởi vì điều này chỉ xảy ra khi nhiệt độ của polyme tăng quá nhiệt độ chuyển tiếp bậc 2.

Sự hồng bám dính ở một số lớp phủ tạo lưới cao còn do tác dụng của chu kỳ nhiệt. Khi nhiệt độ tăng tạo nên một số ứng suất biến dạng nếu hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu nền và pha hữu cơ khác nhau đáng kể. Nếu chu kỳ nhiệt tiếp tục thì ứng suất biến dạng tác dụng càng mạnh và cuối cùng tập trung vào vị trí xảy ra hồng màng. Tốt nhất là nên sử dụng các lớp phủ có hệ số giãn nở nhiệt tương đương với nền, và điều quan trọng là các lớp phủ phải có khả năng nhanh chóng loại được ứng suất biến dạng. Nhìn chung các vật liệu có khả năng nhả ứng suất biến dạng nhanh lại ít khi phù hợp làm các lớp phủ.

Thường thì một vật liệu có thể đạt được những yêu cầu về kiểm tra lực uốn trục, nhưng nếu lớp phủ của mẫu uốn bị khía thì vết nứt sẽ nhanh chóng lan rộng ra toàn bộ lớp phủ và dẫn tới độ bám dính hết tác dụng. Rõ ràng là các hệ phủ có độ cứng cao bởi nhiều liên kết ngang thì lại không thỏa mãn các trường hợp cần độ mềm dẻo.

8.9.1.2. Các cơ chế gây hồng màng

Về mặt cơ học rõ ràng là không thể làm hồng các liên kết tiếp xúc bề mặt kim loại - hữu cơ. Tuy nhiên, rất dễ làm hồng liên kết tiếp xúc bề mặt nhờ thủy phân, dung môi phân, sự di chuyển hay các tương tác hóa - lý khác. Sự hấp phụ của các lớp phủ hữu cơ lên thủy tinh nhanh chóng bị phá hủy bằng cách nhúng trong nước, mặc dù chỉ một diện tích nhỏ đầu thủy tinh ngâm trong nước. Các dung môi có thể làm trương polyme hoặc thậm chí phân tán một phần vật liệu, hoặc các phân tử dung môi có thể trao đổi cùng với các polyme hấp phụ.

8.9.2. Nền

Vẫn biết rằng gỗ và giấy tạo nên các liên kết cơ học với lớp phủ. Các nền xốp thấm một phần vật liệu và do đó màng được bám chặt vào nền. Các nền kim loại hấp phụ pha polyme, có thể là hấp phụ hóa học hay vật lý, đều có thể hình thành các liên kết bề mặt. Thậm chí "Teflon" khi được xoa lên bề mặt kim loại thì việc loại bỏ cũng rất khó. Các hệ phủ ít xốp

hơn, có lực kết dính cao hơn là phù hợp nhất đối với các kim loại vì oxy, ẩm... thấm qua các lỗ hổng của polyme tới bề mặt tiếp xúc là rất khó.

Các nền nhựa thường tận dụng khả năng tan của hai bên để đạt được các lớp phủ thỏa mãn. Do cả hai vật liệu đều là hữu cơ nên năng lượng bề mặt thấp và sự tương tác hấp phụ của hai bên là tối thiểu. Tuy nhiên, khả năng tan của hai bên cho phép sự xoắn kết của các mạch tạo ra các lớp phủ tốt.

8.9.3. Ứng dụng

8.9.3.1. Chuẩn bị bề mặt

Từ lý thuyết thấy rằng việc chuẩn bị bề mặt là một trong những nhân tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ bám dính của lớp phủ. Mặc dù bao giờ cũng mong muốn có thể bắt đầu với bề mặt hoàn toàn không nhiễm bẩn, nhưng điều này là không thể. Khí hấp phụ, nước, màng oxit, dung môi làm sạch... luôn có mặt.

Đôi khi vì lý do kinh tế vẫn có thể sử dụng các lớp phủ vào bề mặt nhiễm bẩn. Trong quá trình phủ các tấm để tạo các hộp thiếc thì vẫn có mặt một lớp màng mỏng dầu hạt bông hoặc dioctyl sebacat đã được sử dụng làm chất bôi trơn, giảm sự mài mòn và sự oxy hóa của lớp phủ thiếc trên tấm vật liệu. Loại men tráng dùng cho vật liệu này phải tương hợp và có khả năng giải hấp dầu mỡ do đó có thể đạt được độ bám dính tốt.

Loại chất nhiễm bẩn bề mặt khác thường gặp phải là lớp gỉ thép. Dưới những điều kiện không thể loại các lớp gỉ thì có thể thu được độ bám dính tương đối bằng cách sử dụng một loại lớp phủ thấm, như loại có tỷ lệ dầu cá cao. Trong trường hợp này, vật liệu hình thành màng khô chậm và thấm sâu vào bề mặt kim loại, kết hợp cả gỉ vào màng theo xu hướng tương tự như các chất màu.

Các phương pháp chuẩn bị bề mặt khác nhau có thể được chia thành ba loại chính: cơ học, vật lý và hóa học.

- *Phương pháp cơ học*: Việc mài, cạo các lớp gỉ, vảy sơn khỏi bề mặt thường không tạo ra các bề mặt sạch hoàn toàn. Do đó người ta thường ưa dùng phương pháp thổi bóng bởi vì phương pháp này có thể tạo bề mặt rất sạch. Thêm vào đó, bề mặt gồ ghề tạo ra sẽ làm tăng diện tích thực sự của nó so với diện tích đo bình thường, do đó tăng độ bám dính.
- *Phương pháp vật lý*: Phương pháp làm sạch vật lý đơn giản nhất là rửa bằng dung môi có thể hòa tan các chất nhiễm bẩn dạng dầu. Trong một số trường hợp thì việc nhúng trong dung môi là đủ, nhưng

phương pháp loại chất nhiễm bẩn bằng các chất bay hơi vẫn được ưa dùng hơn bởi việc ngưng tụ các chất bay hơi như tricloetylen sẽ liên tục cung cấp dung môi cho bề mặt cần làm sạch. Đôi khi có thể chỉ cần rửa bằng kiềm, tuy nhiên thường thì người ta rửa bằng kiềm rồi sau đó sẽ xử lý photphat. Việc xử lý được tiến hành bằng cách nhúng hay phun lên bề mặt càng nhiều dòng chảy càng tốt, sử dụng các dung dịch lỏng, nóng của trinitrat photphat, natri silicat, chất nhũ hóa hữu cơ, tác nhân làm ẩm... để chiếm vị trí các chất nhiễm bẩn, sau đó rửa bằng nước nóng để loại các muối kiềm.

Việc kết hợp làm sạch bằng dung môi và rửa kiềm đôi khi được sử dụng bằng cách nhũ hóa một dung môi trong dung dịch kiềm.

Phương pháp làm sạch điện phân được đưa ra ở đây với vai trò là phương pháp vật lý, mặc dù vẫn có một số phản ứng hóa học xảy ra trên bề mặt kim loại. Phương pháp này rất hiệu quả đối với nhiều bề mặt kim loại, bao gồm việc nhúng vật liệu vào bể kiềm nóng đồng thời đưa nó tiếp xúc với điện cực dương hoặc âm. Việc làm sạch catot tạo ra một lượng lớn khí, do đó tác dụng rất nhanh. Sau đó tiếp tục bằng cách làm sạch anot để loại chất nhiễm bẩn.

Phương pháp làm sạch siêu âm mặc dù không có vai trò thương mại cao nhưng đây là phương pháp làm sạch bề mặt rất nhanh. Tốc độ rung cao tạo ra bằng thiết bị phù hợp trong bể kiềm hay chất tẩy rửa tạo ra độ chảy trên bề mặt rất lớn, do vậy bề mặt có thể được làm sạch nhanh chóng.

- *Phương pháp hóa học:* Phương pháp đơn giản nhất để tạo các bề mặt thép cuộn để phủ là phơi nắng. Các gỉ kim loại chảy lỏng và do đó có thể mài sạch dễ dàng. Phương pháp này thường được dùng cho các thùng chứa lớn ngoài trời. Một phương pháp đơn giản khác là đốt các chất nhiễm bẩn dạng dầu. Rõ ràng là việc tác dụng nhiệt độ 260-316°C vào thép hay thậm chí đưa thép tiếp xúc trực tiếp với lửa cũng không loại được các oxit. Thực tế, các oxit thường hình thành dưới các điều kiện như vậy. Mặt khác, trong phương pháp này các vật liệu hữu cơ thường bị bay hơi hoặc phân hủy và độ ẩm bị loại hoàn toàn. Phương pháp này rất thích hợp để làm sạch các bề mặt cứng, tương đối không xốp như crom, thủy tinh ...

Phương pháp xử lý hóa học các bề mặt kim loại thường dùng nhất là photphat hóa. Phương pháp này bao gồm việc nhúng vật liệu kim loại trong các dung dịch axit photphoric chứa các photphat của sắt, magie và kẽm. Các màng xốp, tinh thể của các muối photphat có độ bền ăn mòn và tạo nền rất tốt cho lớp phủ bám vào. Tuy nhiên xét về mặt độ bám dính thì việc kết tủa quá nhiều kẽm photphat sẽ làm cho bề mặt giòn, lỏng và dạng bột, do đó hình thành bề mặt liên kết yếu.

Phương pháp tẩy rửa bằng axit cũng thường được dùng để loại gỉ và oxit khỏi bề mặt thép trước khi phủ. Việc này thường được thực hiện sau khi đã loại các chất nhiễm bẩn dạng dầu. Trong một số trường hợp nhất định, sự hao hụt 2,5% trọng lượng của kim loại là không chấp nhận được thì có thể dùng quy trình xử lý natri hydroxit. ở đây, thép được nhúng trong một bể kiềm nóng chảy chứa natri hydroxit đã loại các oxit bề mặt tới trạng thái kim loại.

Trong trường hợp sử dụng nhôm, các dung dịch nóng của natri cacbonat hay trinatri photphat được dùng để xử lý bề mặt thì tiếp sau đó phải rửa nhanh trong dung dịch axit nitric.

Với một số loại bề mặt nhất định như thủy tinh thì việc xử lý bằng chất xúc tiến bám dính dương là thích hợp. Các silan hữu cơ, alkoxy và keo silic đã được sử dụng cho mục đích này. Các vật liệu này, tùy thuộc vào phản ứng với độ ẩm bề mặt và các nhóm hydroxyl để hình thành lớp liên kết bề mặt thực sự hấp thụ hóa học, làm tăng độ bám dính giữa nền và lớp phủ sử dụng.

Một phương pháp đặc biệt nữa là xử lý bề mặt polyetylen. Với polyme này thì hầu như khó có bề mặt nào gắn tỏa mãi, nó có thể được oxy hóa bằng cách dùng lửa hoặc bằng các phương pháp khác để tạo bề mặt có khả năng tương hợp tốt với nhiều loại vật liệu phủ. Mặc dù bản chất của những biến đổi tạo ra bằng phương pháp này vẫn chưa được biết rõ, nhưng rõ ràng là độ phân cực bề mặt tăng tới điểm mà các polyme khác có thể được hấp phụ.

8.9.3.2. Vật liệu lót

Lớp lót là lớp đầu tiên, chức năng chính của nó là cung cấp độ bám dính với nền để tiếp đó gắn các màng phủ vào. Ngoài tác dụng xúc tiến bám dính, chất lót phải thực hiện các chức năng khác như kiểm soát quá trình thấm của lớp phủ trên cùng vào nền xốp, ngăn chặn sự mài mòn của kim loại hoặc làm phẳng các bề mặt xù xì. Đặc điểm riêng của mỗi lớp phủ lót và độ dày của lớp màng mà nó sử dụng sẽ phụ thuộc vào mục đích sử dụng cuối cùng. Chỉ xét về khía cạnh độ bám dính thì nên sử dụng lớp phủ lót mỏng bởi mục đích chính là tạo một bề mặt tiếp xúc mới hoạt động như một tác nhân liên kết giữa nền và lớp phủ trên cùng.

Với các lớp phủ kim loại sử dụng vật liệu trọng lượng phân tử cao, độ bám dính thấp như các copolyme vinyl clorua thì có thể kết hợp một thành phần có trọng lượng phân tử tương đối thấp với độ phân cực cao sẽ di chuyển tới kim loại. Do đó, bằng sự phân tầng, một lớp lót và lớp phủ trên cùng có thể được phủ cho mỗi ứng dụng với độ bám dính rất tốt.

8.9.4. Phương pháp kiểm tra độ bám dính và biểu diễn kết quả

Các phương pháp đánh giá độ bám dính của các lớp phủ có thể được phân loại thành: phương pháp cường lực bóc, va đập, uốn và lực căng.

- *Phương pháp cường lực bóc*: Phương pháp đơn giản nhất trong các phương pháp kiểm tra này, như bóc bằng tay, đồng xu, dao là phương pháp khách quan và chỉ mang tính so sánh tương đối giữa lớp phủ này với lớp phủ khác.
- *Phương pháp kiểm tra bằng cách khía*: Dạng đơn giản nhất của phương pháp kiểm tra khía bao gồm việc tạo hàng loạt các đường cắt song song bằng một con dao hay một lưỡi dao lam với các khoảng cách khác nhau theo cùng một hướng và hàng loạt các đường khía vuông góc với các đường khía kia. Một miếng băng dính nhay áp được dán vào vùng khía chéo nhau và nhanh chóng bóc bỏ bằng cách kéo một đầu của băng dính theo chiều thẳng đứng so với bề mặt phủ. Một phương pháp kiểm tra khác trong đó một đầu bằng kim cương được điều chỉnh để cắt xuyên qua lớp phủ và vừa đủ chạm đến bề mặt nền. Bằng cách điều chỉnh ốc định cỡ, các vết cắt được khía mau dần cho tới khi lớp phủ bị tách khỏi nền. Các kết quả thu được bằng phương pháp này là một hàm phụ thuộc độ cứng của màng, độ mềm dẻo cũng như độ bám dính.
- *Các phương pháp kiểm tra lực va đập*: Có một số phương pháp kiểm tra lực va đập được dùng rộng rãi mà kết quả liên quan đến độ bám dính. Phương pháp phổ biến nhất là đặt các tấm panel đã được phủ giữa một chiếc đỉnh và một hố hơi rộng trong một khối kim loại. Một quả nặng 0,91 kg, treo bởi hai thanh đứng được thả lên trên chiếc đỉnh từ các độ cao khác nhau. Lực va đập cần để làm nứt hoặc bóc màng được xem là số đo độ bám dính được biểu diễn theo cm.kg.

Cần phải xác định rằng việc tác dụng ở tốc độ cao sẽ cho kết quả khác nhiều so với phương pháp kiểm tra lực va đập tốc độ chậm. Trong tất cả các trường hợp, sự thay đổi nhiệt độ có thể ảnh hưởng đến các kết quả, điều này đặc biệt đúng đối với phương pháp kiểm tra tốc độ cao.

Các kết quả kiểm tra lực va đập không chỉ bị ảnh hưởng bởi độ bám dính mà còn bị ảnh hưởng bởi độ mềm dẻo của lớp phủ (khả năng kéo giãn hoặc khả năng nén ép), độ dày màng, độ dày và khả năng dát mỏng của nền. Từ khía cạnh độ bám dính thì việc kiểm tra lực va đập là rất cần thiết bởi màng khi bị nén sẽ có xu hướng tách ra khỏi nền.

- *Phương pháp kiểm tra uốn*: Phương pháp kiểm tra lực uốn tương tự như phương pháp kiểm tra lực va đập ngoại trừ sự biến dạng được tác dụng theo đường thẳng và ở tốc độ chậm hơn. Việc kiểm tra lực uốn hình nón đồng thời cung cấp các phương tiện đánh giá các đường uốn cong có bán

kinh 0,85-2,54 cm. Trong việc đo độ bám dính, phương pháp này bao gồm các yếu tố giống như phương pháp kiểm tra lực va đập.

- *Kiểm tra kéo:* Trên quan điểm lý thuyết, việc đánh giá cường lực kéo là thỏa mãn nhất. Đối với các lớp phủ, khó khăn gặp phải là tìm kiếm một thiết bị sử dụng phù hợp trong đó màng có thể được kéo khỏi nền. Nếu độ bám dính thấp thì có thể dùng băng dính nhay áp, nhưng để có màng phủ mong muốn thì độ bám dính phải cao hơn độ dính của băng. Có rất nhiều phương pháp đã được đưa ra sử dụng một loại keo dán giữa nền phủ và lớp ni, sợi hay kim loại. Một vấn đề tranh cãi đặt ra, đó là đánh giá ảnh hưởng của keo dán này lên lớp màng phủ. Thêm vào đó, keo dán phải có độ bám dính vào lớp phủ kiểm tra cao hơn vào lớp phủ nền.

Gần đây một số phương pháp xác định độ bám dính của các lớp phủ đã tránh được vấn đề này.

8.9.5. Ảnh hưởng môi trường lên độ bám dính

Khi lớp phủ đã được sử dụng với độ bám dính tốt vào nền thì có rất nhiều yếu tố làm giảm hay hỏng lực bám dính. Ngoài biến dạng cơ học của nền và lớp phủ còn có rất nhiều yếu tố khác nhau ảnh hưởng tới độ bám dính.

Tiếp xúc với độ ẩm hay nhúng trực tiếp trong nước là các điều kiện môi trường thường gặp. Trong trường hợp đơn giản nhất, độ ẩm có thể thấm qua lớp màng phủ và làm mất bám dính. Điều này đặc biệt xảy ra đối với các màng như copolyme vinyl clorua. Thường thì lực bám dính sẽ hồi phục khi nền và lớp phủ khô lại.

Trong trường hợp các nền xốp như gỗ thì độ ẩm hấp thụ từ phía dưới có thể đẩy lớp phủ ra khỏi nền. ảnh hưởng này được tăng cường do thay đổi gradien nhiệt từ mặt gỗ không phủ tới mặt gỗ được phủ. Các ảnh hưởng tương tự đã được xác định khi phủ kín toàn bộ bề mặt bên ngoài của thùng chứa polyetylen bằng lớp phủ không thấm và sau đó đưa hydrocacbon thơm dạng hơi vào thùng.

Độ bám dính của các lớp phủ trên các nền không xốp có thể bị mất do sự nhiễm bẩn bề mặt, chẳng hạn như dầu vân tay. áp suất thẩm thấu 30atm là nguyên nhân tách lớp phủ ra khỏi nền ở dạng phồng lên. Sự nhiễm bẩn có thể gây ra bởi cơ chế ăn mòn trên bề mặt kim loại. Người ta xác định rằng sự ăn mòn khí quyển được tạo ra bởi quá trình điện hóa đòi hỏi lớp phủ không liên tục để khơi mào hiện tượng. Kim loại tiếp xúc trở thành anot, tại đó sự ăn mòn xảy ra. Các vùng catot phồng lên do sự di chuyển của các cation và độ ẩm qua lớp phủ tới các điểm này. Sự điện

đi của nước và sự hình thành hydro dưới màng làm mất độ bám dính. Phương pháp kiểm tra được biết đến nhiều đó là “phun muối” (salt spray) làm tăng tốc hoạt động này. Phương pháp kiểm tra phun muối cho thấy nhựa bisphenol-epiclohydrin epoxy tạo keo dán kim loại rất tốt, cho các lớp phủ có độ bền phòng tuyệt vời.

Khả năng thấm oxy có thể làm mất độ bám dính của lớp phủ, đặc biệt ở nhiệt độ cao. Nhựa silicon không biến tính có độ ổn định nhiệt tuyệt vời nhưng lại rất dễ thấm khí. Ở nhiệt độ trên 260°C, oxy phản ứng với nền thép, do đó khi nguội đi, liên kết thép - oxit sắt sẽ mất.

Một môi trường với thời tiết, nhiệt độ thay đổi cũng có thể làm mất độ bám dính của lớp phủ bởi hệ số giãn nở nhiệt khác nhau.

8.10. Keo dán trong ngành xây dựng

Phần này đề cập đến nhiều loại keo dán được dùng trong công nghiệp xây dựng.

8.10.1. Lớp phủ tường

8.10.1.1. Keo dán gạch men sứ

Có bốn loại keo dán chính được dùng cho gạch men:

- Matit trên cơ sở cao su với dung môi bay hơi
- Matit trên cơ sở cao su với nước
- Matit trên cơ sở dầu và nhựa
- Ximăng Pooclant với chất gắn kết nhựa

Các matit loại dung môi trên cơ sở cao su là loại đầu tiên được sử dụng và chúng được sử dụng ngày càng nhiều do dễ sử dụng, bền, chịu nước.

Matit trên cơ sở cao su với nước là một sản phẩm mới đang được sử dụng ngày càng nhiều. Nó cũng được ưa chuộng bởi không có mùi, dễ sử dụng và dễ rửa sạch bằng nước. Nhược điểm chính của nó là khả năng chịu nước kém hơn so với matit loại dung môi. Một số keo dán sứ có nước không nên dùng cho những vùng có độ ẩm cao như trong nhà tắm.

Loại nhựa - dầu được dùng bởi chúng dễ sử dụng và có thời gian dính dài. Keo dán loại này thường có độ bền thấp hơn các loại trên cơ sở cao su; hơn nữa do chúng khá mới cho nên vẫn chưa xác định được độ bền lão hóa.

Một phát triển mới là việc sử dụng chất gắn kết như nhựa polyvinyl axetat được trộn với xi măng Pooclăng và cát. Phương pháp này cũng tương tự như phương pháp xây bằng vữa truyền thống chỉ có điều hỗn hợp này có thể được sử dụng bằng một cái bay hình chữ V lên các bề mặt khác nhau. Chất gắn kết được trộn khi đang xây hoặc được trộn trước trong xi măng. Nước thường được đưa thêm vào để tạo cho hỗn hợp có độ đặc phù hợp.

- *Sử dụng:* Tất cả các keo dán đề cập ở trên đều có độ đặc hoặc dạng matit cao, có hai phương pháp sử dụng chung:
- *Phương pháp giàn mỏng.* Keo dán được sử dụng trực tiếp vào tường bằng một cái bay hay một thiết bị giàn mỏng.
- *Phương pháp phết.* Một phần nhỏ keo dán được sử dụng cho mặt sau của gạch.

Gạch men sứ có thể được gắn bằng keo dán vào hầu hết các tường có bề mặt sạch, khô như vữa phủ nâu, vữa phủ bóng, thạch cao, amiăng, xi măng, gỗ dán chống nước và bề mặt phủ sơn. Khi được sử dụng cho bề mặt sơn thì lớp sơn này phải bám chặt vào bề mặt ở dưới. Có thể cạo lớp sơn này để kiểm tra độ bám dính.

Ở những khu vực có độ ẩm cao thì bề mặt nền phải không thấm nước hoàn toàn. Điều này được thực hiện nhờ sử dụng một lớp keo dán mỏng bằng bay hoặc phết lên lớp lót chống nước như gợi ý của nhà sản xuất. Điều quan trọng là phải bít kín các lỗ hổng bằng keo dán hay hợp chất bít bằng thiết bị dạng dao hay súng.

Keo dán sau đó được sử dụng bằng bay hình chữ V hay bằng phương pháp phết. Thường thì bay có gờ sau khoảng 0,16 cm và rộng cũng gần như vậy, nhờ đó có thể cung cấp một lượng matit mềm dư, cho phép thời gian phết lâu hơn. Tường phải được phủ hoàn toàn bằng keo dán.

Sau đó gạch được ấn vào matit với một lực xoay nhẹ để làm đứt vỡ lớp màng trên keo dán. Với hầu hết các matit thì có thể nhúng qua nước nếu muốn. Việc này cung cấp độ ẩm phù hợp để đóng rắn keo dán nếu định gắn trong ngày.

Nếu dùng phương pháp phết thì tường được phủ nhẹ hoặc được lót để chống nước và một phần keo dán được đưa lên mặt sau của mỗi viên gạch. Sau đó gạch được ấn ngay vào vị trí với lực xoay nhẹ.

8.10.1.2. Các keo dán gạch nhựa

Có rất nhiều loại gạch nhựa ốp tường trên cơ sở polystyren, polyeste không no, nhựa acrylic được bày bán trên thị trường. Các keo dán bao gồm:

- Nhựa - dầu
- Nhựa
- Keo dán trên cơ sở cao su với nước

Có rất nhiều matit loại nhựa - dầu đã được sử dụng cho gạch nhựa. Nhiều loại đã đáp ứng được yêu cầu, tuy nhiên một số loại vẫn chưa thỏa mãn. Một keo dán gạch nhựa thỏa mãn phải có độ bám dính tốt vào gạch và phải có độ mềm dẻo.

- *Sử dụng.* Việc sử dụng keo dán gạch nhựa tương tự như gắn gạch men sứ. Thường thì dùng một cái bay hình chữ V có rãnh 0,32 cm để trát. Rất nhiều nhà sản xuất đã hướng dẫn rằng tường phải được lót bằng lớp lót đặc biệt. Gạch được để nguyên hoặc được phết keo. Cần tránh rửa keo dán bằng chính dung môi sẽ tấn công gạch.

Các matit loại nhựa như vinyl axetat được dùng tương tự và chúng có thể có thời gian gắn ngắn hơn. Những loại này có thể được rửa sạch bằng nước. Một số keo dán không thích hợp cho những ứng dụng có độ ẩm cao bởi khả năng tan trong nước của chúng. Các matit trên cơ sở cao su có các đặc tính sử dụng tương tự.

8.10.1.3. Keo dán gạch kim loại

Gạch kim loại ốp tường có thể là gạch nhôm bọc phủ, gạch thép bọc phủ và gạch đồng. Các keo dán dùng để gắn gạch kim loại cũng giống như dùng cho gắn gạch nhựa, tuy nhiên không phải tất cả keo dán nhựa đều thích hợp để dán gạch kim loại. Việc sử dụng keo dán gạch kim loại cũng theo hai phương pháp giống như dán gạch gỗ, đó là trát và phết.

8.10.1.4. Keo dán tấm cứng

Các tấm cứng hay tấm sợi chứa nhựa được gắn bằng keo dán vào tường để làm lớp phủ trang trí. Vật liệu này có thể có bề mặt đã được làm nhẵn hoặc có thể không. Loại có bề mặt nhẵn là do đã được phủ một lớp men lên một mặt. Đối với tấm cứng đã được làm nhẵn thì điều quan trọng là phải dùng keo dán mà không làm biến dạng hay làm mất màu sơn. Các keo dán thường được sử dụng phổ biến là:

- Matit trên cơ sở cao su với dung môi.
- Matit trên cơ sở cao su.
- Matit trên cơ sở dầu - nhựa.

Các matit trên cơ sở cao su với dung môi bay hơi là thỏa mãn nhất vì chúng dễ sử dụng, độ bền cao và khả năng chịu nước tốt.

Các loại trên cơ sở nhựa dễ sử dụng nhưng có độ bền giới hạn thấp hơn, chịu nước và nhiệt thấp. Do các loại nhựa này có độ bền ban đầu cao nên chúng thường được dùng cho các ứng dụng mà độ bền cuối cùng không phải là yếu tố quan trọng.

Các matit dầu - nhựa tương tự keo dán gạch nhựa cũng đã được sử dụng thành công cho tấm cứng.

- *Sử dụng.* Tất cả các loại keo dán này đều có thể được sử dụng bằng phương pháp trát với bay hình chữ V có một gờ sâu 0,64 cm, rộng 0,64 cm. Với những vùng có độ ẩm cao thì nên dùng một lớp lót cho tường. Keo dán được sử dụng phía sau của tấm cứng bằng một cái bay, sau đó tấm cứng được ấn ngay vào tường. Phải ấn đều lực trên khắp mặt tấm cứng để tạo độ bám dính tốt. Bề mặt tường cần phải sạch, khô và hoàn toàn không có các chất nhiễm bẩn. Trong một số trường hợp có thể mất bám dính khi matit được phủ lên lớp xi măng linoleum hay keo dán bitum trước đó đã dùng để bảo quản vật liệu phủ tường.

Khi dùng tấm cứng cho những khu vực có độ ẩm cao thì điều quan trọng là tất cả các lỗ hổng phải được bít kín để tránh nước thấm vào làm trương tấm cứng. Điều quan trọng nữa là nên đặt các tấm cứng lỏng trong khuôn, như vậy độ ẩm cao cũng không làm căng tấm cứng.

Phương pháp sử dụng thứ hai là phương pháp phết. Một lượng keo dán rộng khoảng 5,08 cm và dày khoảng 2,54 cm được đưa lên mặt sau của tấm cứng. Sau đó tấm cứng được ấn lên tường với lực trượt nhẹ để giàn đều keo dán. Phương pháp này thường được sử dụng cho các tường có bề mặt không phẳng nhưng nó không cung cấp bề mặt cứng như phương pháp trát.

8.10.1.5. Keo dán gỗ dán hay gỗ tấm

Có một số phương pháp dán gỗ dán hay gỗ tấm vào tường. Có thể đưa matit lên theo phương pháp tương tự như dùng cho tấm cứng. Người ta thường ưa dùng keo dán loại liên kết tiếp xúc hơn. Keo dán loại này bao gồm:

- Matit trên cơ sở cao su với dung môi.
- Cao su tổng hợp với dung môi hay nước.

Matit trên cơ sở cao su phải có độ bền ban đầu cao và độ bền tốt. Keo dán cần phải khô thành một màng mềm dẻo để có thể thích ứng với những thay đổi về độ co giãn của tấm gỗ. Không nên dán các tấm gỗ dán cho các ứng dụng ngoài trời bởi vì ẩm có thể thấm vào gỗ và làm cho nó

nờ ra, gây hỏng liên kết keo dán. Keo dán chỉ nên dùng cho các ứng dụng ngoài trời nếu có dùng đinh, ốc vít.

Các keo dán liên kết tiếp xúc cần phải có độ bền tương đối cao với khả năng chịu bóc tách tốt.

- *Sử dụng.* Các matit trên cơ sở cao su được sử dụng bằng bay với kích thước giống như loại dùng cho tấm cứng. Phương pháp sử dụng cũng giống như vậy ngoại trừ là các tấm gỗ được đóng đinh ở các đầu nối thay cho các khuôn kim loại. Phải cẩn thận không nên đóng chặt các cạnh bởi vì gỗ có thể giãn nở khi bị thấm nước.

Các keo dán liên kết tiếp xúc được sử dụng theo hai cách, cách thứ nhất là bằng các dải lót. Điều cơ bản là phải có các bề mặt sạch, khô, không nhiễm bẩn; hơn thế nữa các dải lót phải thẳng hàng và ở chính giữa. Keo dán tiếp xúc được quét lên trên các dải lót và vào mặt sau của gỗ dán bằng chổi, bay hay bằng trục lăn. Keo dán được để khô trong một khoảng thời gian nhất định, sau đó tấm gỗ được ấn cố định vào vị trí. Người ta thường đóng một vài cái đinh vào các góc và giữa của tấm gỗ dán. Chúng có thể là các đinh nút gỗ. Với phương pháp này thì một khi gỗ đã được gắn vào vị trí thì khó có thể kéo ra được.

Phương pháp liên kết tiếp xúc cũng có thể được dùng để lắp tấm gỗ dán lên bề mặt phẳng cứng như thạch cao, amiăng. Keo dán được phết lên cả hai mặt và để cho khô trong thời gian nhất định, sau đó tấm gỗ được gắn vào vị trí. Thường thì không cần đến các đinh vít nếu diện tích tiếp xúc là đủ (ít nhất là 1/2 tổng diện tích).

8.10.1.6. Keo dán cho tấm ốp tường thạch cao

Trong nhiều trường hợp, việc sử dụng keo dán giảm tới 50% số lượng đinh cần sử dụng để ốp tường thạch cao. Các loại keo dán bao gồm:

- Keo dán casein và dextrin ở cả dạng bột và dạng bán matit.
- Keo dán loại matit trên cơ sở cao su với nước hoặc dung môi
- Các keo dán tiếp xúc

Các casein và dextrin được dùng chủ yếu cho tường hai lớp mặc dù có thể dùng các matit trên cơ sở cao su và các keo dán tiếp xúc cho mục đích này. Các matit trên cơ sở cao su được dùng để gắn các tấm ốp tường trực tiếp nhằm gia cường độ bền và giảm số đầu đinh.

- *Sử dụng.* Keo dán casein hay dextrin ở dạng bột cần phải trộn với nước để tạo dạng hồ. Chúng được trát bằng bay hay bằng chổi lên bề mặt tấm ốp tường, sau đó đặt tiếp lớp ốp thứ hai lên. Việc ấn với một lực trượt nhẹ sẽ tăng cường tiếp xúc. Các keo dán đã trộn trước được

sử dụng theo cách tương tự. Các matit trên cơ sở cao su được trộn từ trước có thể được dùng theo cách tương tự để dán hai lớp ốp tường. Keo dán này có độ bám dính, độ bền và khả năng chịu nước cao và thường được dùng cho các ứng dụng tiếp xúc với độ ẩm.

Keo dán tiếp xúc được sử dụng bằng chổi hay bằng thiết bị phủ lên cả hai bề mặt, sau đó để khô và lực liên kết tạo ra do áp suất lẫn.

Khi được sử dụng với mục đích giảm thiểu số đỉnh sử dụng, các matit trên cơ sở cao su được sử dụng bằng súng bít tạo các hạt liên tục có đường kính 0,95 cm vào giữa các đỉnh tán hoặc các dầm. Ở các dầm, nơi mà hai tấm ốp tường sát nhau được gắn, các hạt matit được đưa theo dạng zig zag để tạo tiếp xúc tốt nhất. Tấm ốp được đặt vào vị trí sau khi keo dán được đưa kín lên vùng tường ốp. Tấm ốp được đưa lên với lực trượt nhẹ để phá vỡ lớp màng trên keo dán. Cũng cần có một số đỉnh để giữ tấm ốp vào tường cho tới khi keo dán ổn định, sau đó tiến hành làm sạch tấm ốp và gắn các đầu đỉnh. Có rất nhiều quan điểm khác nhau về vấn đề cần bao nhiêu đỉnh, tuy nhiên xu hướng sử dụng đỉnh ngày càng ít dần, ví dụ: mỗi đỉnh một góc. Một số công trình xây dựng đòi hỏi 1/2 số đỉnh đã dùng trước đây khi không có keo dán..

8.10.1.7. Keo dán cho các tấm ốp tường nhựa và kim loại

Có rất nhiều loại kẹp nhựa và kim loại đặc biệt để gắn các vật liệu như các dải cách ly, các loại ốp tường khác nhau như gỗ ép. Các loại này được gắn bằng matit hay keo dán vào tường, trần hoặc thép mạ kẽm. Chúng hầu hết được dùng ở những nơi khó gắn các tấm ốp hay bề mặt tường bằng các phương pháp cơ học như đóng đinh. Chúng đặc biệt thích hợp cho công trình nề và các tấm ốp kim loại dẫn nhiệt. Keo dán loại này bao gồm:

- Các matit trên cơ sở cao su sử dụng dung môi
- Các loại keo dán tiếp xúc lỏng.

Các matit trên cơ sở cao su thường được sử dụng có độ bền ban đầu rất cao. Chúng được dán với độ mỏng 0,32 cm lên mặt sau của tấm ốp. Sau đó, tấm ốp có chứa hàng loạt các lỗ hổng ở bề mặt dán được ấn vào vị trí với lực trượt nhẹ, do đó keo dán tràn vào các lỗ và tạo nên lực liên kết cao. Sau đó keo dán được để ổn định trong 2-18 giờ tùy theo tốc độ khô của keo. Các dải lót được đặt lên trên ốc hay đinh nhô ra của kẹp và được đóng chặt vào vị trí. Phương pháp tương tự cũng được sử dụng để gắn vật liệu cách điện vào các vật liệu bề mặt trần, tường khác. Với các ống dẫn nhiệt thì dùng loại keo dán có đủ độ mềm dẻo và độ bền ở nhiệt độ cao.

Các loại keo dán tiếp xúc đôi khi được dùng cho các bề mặt rất phẳng như kim loại, gỗ hay những ứng dụng đòi hỏi độ bền ban đầu rất cao. Một lớp keo dán được phủ lên lưng của tấm ốp và lên bề mặt tường hay trần. Sau khi keo dán khô tới mức nhất định thì hai bề mặt được gắn vào nhau với lực tác dụng bằng tay càng mạnh càng tốt.

8.10.1.8. Keo dán phủ tường nhựa

Ngoài gạch thì ngày nay người ta còn sử dụng các loại tấm phủ tường nhựa khác, có thể ở dạng cuộn hay dạng tấm. Các lớp phủ nhựa vinyl có độ mềm dẻo được hỗ trợ bằng nền vải hay giấy, hoặc có thể không, trong đó vinyl chính là bề mặt liên kết. Các tấm nhựa cứng hay nhựa trang trí dạng được sử dụng cả ở dạng tấm và dạng gạch viên cho tường. Keo dán loại này gồm:

- Matit trên cơ sở nhựa
- Matit trên cơ sở cao su
- Matit dầu nhựa trùng hợp
- Các keo dán tiếp xúc

Các matit trên cơ sở nhựa cho các tấm phủ tường vinyl có thể là loại dầu - nhựa giống như dùng để gắn gạch nhựa hay trong một số trường hợp người ta ưa dùng loại polyvinyl - axetat hơn bởi vì chúng rất dễ cọ sạch.

Các matit trên cơ sở cao su thường khó sử dụng hơn một chút bởi chúng rất nhanh khô và phải cẩn thận đến các dung môi để loại phân keo dán dư ra khỏi dụng cụ và bề mặt gắn. Tuy nhiên chúng có độ bám dính rất nhanh và đặc tính này cũng rất được ưa dùng. Loại latex cao su tổng hợp hay tự nhiên có màu nhạt, loại cao su tái sinh, màu nâu hay đen thường được sử dụng bởi vì chúng có độ bền tốt và giá thành thấp. Các keo dán trên cơ sở cao su có độ bền cao cũng có thể được sử dụng.

Đối với vinyl lót giấy hay vải thì có thể dùng dầu nhựa trùng hợp. Đây là sản phẩm phụ của các nhà máy sản xuất giấy, chúng có giá thành thấp và rất dễ rửa bằng nước. Chúng thích hợp cho các bề mặt tường trong phòng nơi mà độ ẩm không quá cao, nhưng không nên dùng nó cho vinyl không được lót bởi vì nó có độ bám dính thấp. Hồ linolium cũng có thể làm mất màu vinyl. Cũng có khả năng là vinyl có thể làm dẻo hóa hay làm mềm một số keo dán. Các loại cao su tổng hợp có khả năng chịu tác động này tốt nhất.

Các tấm nhựa, có thể dạng gạch hay tấm lớn có thể được gắn bằng keo dán liên kết tiếp xúc như mô tả ở các phần trước.

- *Sử dụng.* Đối với tường phủ vinyl thì các matit thường được đưa lên bề mặt tường bằng bay hình chữ V với gờ sâu 0,08 cm. Các bề mặt phủ phải sạch, khô và rất phẳng. Lớp phủ tường thường được gắn ngay sau khi đưa keo dán lên để tránh cho keo dán không bị khô nứt.

Đối với các tấm nhựa, các keo dán liên kết tiếp xúc được sử dụng bằng chổi hay bằng trục lăn cho cả hai bề mặt. Tấm nhựa trang trí được đặt vào đúng vị trí và ấn vào cẩn thận. Các matit trên cơ sở cao su được sử dụng bằng bay lên mặt sau của tấm nhựa và lên bề mặt tường. Trong một số trường hợp phải giữ tấm nhựa cho tới khi keo dán ổn định.

8.9.1.9. Keo dán cho vật liệu kết dính

Keo dán đã được phát triển để gắn các vật liệu kết dính như bê tông hay nhựa với nhau cũng như vào rất nhiều các bề mặt khác. Công nghệ này cho phép ngành công nghiệp xây dựng có thể sửa chữa các bề mặt cũ dễ dàng hơn và có thể xây dựng các công trình mới với nhiều kiểu dáng khác nhau. Keo dán loại này bao gồm:

- Matit nhựa epoxy.
- Nhũ tương nước - cao su tổng hợp.
- Huyền phù vinyl - nước.

Các keo dán nhựa epoxy hay urethan là các vật liệu hai thành phần, cần một tác nhân đóng rắn để đóng rắn hay “ổn định” sản phẩm. Chúng được dùng chủ yếu để gắn bê tông cũ vào bê tông mới.

Các nhũ tương cao su tổng hợp được sử dụng làm các hỗn hợp trong keo dán để gắn bê tông mới vào bê tông cũ.

Các dung dịch nước - vinyl được dùng chủ yếu để gắn thạch cao vào nền bê tông hay vào các bề mặt tường, trần khác.

Sử dụng:

- Các matit nhựa epoxy hay urethan được trộn và quét ngay vào tường bằng chổi quét hoặc bằng bay. Điều quan trọng là bề mặt bê tông cũ phải sạch, khô. Bê tông mới được rót vào ngay khi epoxy còn ẩm (chưa đóng rắn).
- Các nhũ tương cao su tổng hợp được trộn vào bê tông hoặc tạo một dạng hồ lỏng chứa nhũ tương cao su được quét hay trát lên bề mặt tường cũ trước khi đưa bê tông mới lên.
- Huyền phù nước - vinyl được phun lên bê tông mới, khi khô sẽ gắn lên tường.

8.10.2. Lớp phủ sàn

8.10.2.1. Keo dán gạch lát nền đàn hồi

Các loại gạch đàn hồi phổ biến bao gồm gạch cao su, gạch vinyl cứng và gạch đất sét. Một số loại khác cũng được sử dụng là: gạch đất sét phủ vinyl, gạch vinyl mỏng với nền giấy asphan. Tất cả các loại gạch này đều có thể dùng các keo dán giống nhau:

- Các matit trên cơ sở cao su với nước.
- Các matit trên cơ sở nhựa với dung môi ancol.
- Dầu nhựa trùng hợp.
- Các matit nhựa epoxy hay polyurethan.

Một số loại matit trên cơ sở cao su đang được sử dụng rộng rãi, một trong số đó là loại cao su tái sinh đen giá thành thấp có khả năng chịu nước và độ mềm dẻo cao. Một loại cao su tổng hợp có màu nhạt với nước có khả năng chịu nước và kiềm rất tốt đang trở nên phổ biến cho các ứng dụng bê tông lớp trên và lớp dưới.

Các nhựa - ancol được dùng phổ biến cho gạch cao su và gạch vinyl, ngoài ra chúng còn được sử dụng cho gạch đất sét. Các keo dán này có độ chịu nước vừa phải và thường có màu nhạt. Dầu nhựa trùng hợp được sử dụng cho những ứng dụng không đòi hỏi độ bền nước. Thường thì không nên dùng nó cho gạch vinyl bởi nó có khả năng bám dính kém với một số sản phẩm vinyl. Các keo dán nhựa epoxy hay urethan được dùng cho bê tông lớp trên hay lớp dưới nơi tiếp xúc với độ ẩm.

Hầu hết các loại này đều được sử dụng bằng bay có gờ sâu 0,16 cm. Một số keo dán có thể được quét hoặc lăn lên bề mặt sàn, sau đó gạch nền được đặt lên trên lớp matit này trước khi nó quá khô. Điều quan trọng, đặc biệt đối với gạch vinyl là gạch phải được đặt lên trước khi keo dán hình thành các gờ do đó mới đạt được độ phẳng. Điều này không quan trọng lắm đối với gạch cao su, đất sét và linoleum. Một trục lăn nên được sử dụng để lăn đều trên bề mặt sàn.

Chỉ nên dùng các keo dán đã đưa ra cho lớp bê tông ở trên hay dưới bởi vì độ ẩm của bê tông có thể làm hỏng một số keo dán.

Chú ý: Chỉ sử dụng các keo dán này cho nền bê tông khô.

8.10.2.2. Keo dán tấm dầu nhựa trùng hợp

Thường thì các keo dán dùng cho các loại gạch đàn hồi cũng phù hợp cho các loại vật liệu dầu nhựa trùng hợp và các tấm vinyl khác nhau. Do

các tấm dầu nhựa trùng hợp có rất ít các đầu gắn nên nó vẫn được dùng mặc dù độ chịu nước kém. Trong phòng tắm và các khu vực có độ ẩm cao thì nên sử dụng một trong số các keo dán trên cơ sở nhựa hay cao su đã đưa ra ở phần trên. Các phương pháp sử dụng tương tự cũng được dùng như đối với gạch lát nền đàn hồi.

8.10.2.3. Keo dán gạch vinyl amiăng và asphan

Hai loại gạch này là cùng một loại bởi chúng đều có bản chất bán cứng. Các keo dán được sử dụng cho hai loại này là:

- Nhũ tương asphan.
- Asphan nhựa đường.
- Các matit trên cơ sở cao su với nước.

Nhũ tương asphan hay bitum là phổ biến nhất bởi nó có giá thành thấp và thường đáp ứng được các yêu cầu. Loại asphan nhựa đường chứa các dung môi chậm khô đang ngày càng ít được sử dụng hơn bởi chúng khó sử dụng và khó lau sạch. Các loại cao su tổng hợp và tái sinh - nước cũng có thể được dùng cho các khu vực có độ ẩm cao.

Nhũ tương asphan được trải lên trên bề mặt sàn khô, sạch bằng bay (nhiệt độ phòng là thích hợp). ở những khu vực có nhiều bụi thì có thể dùng một lớp lót để tạo độ bám dính tốt hơn cho bề tổng. Keo dán được để khô hoàn toàn. Quá trình này cần từ 2- 24 giờ tùy thuộc nhiệt độ và độ ẩm; sau đó gạch được đặt lên mà không cần tác dụng của trục lăn. Nếu như ở nhiệt độ thấp thì các cạnh vẫn không thể phẳng được trong vài ngày, thậm chí là vài tuần. Tuy nhiên, dần dần chúng sẽ phẳng ra. Điều này đặc biệt đúng đối với gạch asphan. Các asphan nhựa đường được dùng theo cách tương tự.

Các loại cao su - nước được sử dụng theo phương pháp giống như với gạch nền đàn hồi. Điều quan trọng là phải đặt gạch lên nền trước khi keo dán quá khô.

8.10.2.4. Keo dán gỗ sàn nhà

Có ba loại gỗ nền chính được lắp ghép bằng các keo dán. Một loại là phiến gỗ ghép tạo ra từ các tấm gỗ bình thường. Chúng được gắn với nhau bằng then thép hoặc thiết bị khác, thường thì phiến gỗ có kích thước 25,2 cm. Một loại khối gỗ khác phổ biến đó là gỗ dán. Cả hai loại đều có các cạnh, có chốt và rãnh để đóng khít nhau. Loại thứ ba là loại tấm đơn hay tấm rắn, đôi khi có chứa các phần gỗ cứng nhỏ được gắn với nhau. Keo dán dùng cho ba loại này rất khác nhau. Chúng bao gồm:

(a) Matit cao su với dung môi, (b) Huyền phù nước - matit cao su, (c) Asphan nhựa đường, (d) Nhũ tương asphan, (e) Asphan nóng hay nhựa than đá.

Keo dán loại dung môi trên cơ sở cao su được dùng cho gỗ dán và cho lớp dán bề mặt cứng và tấm sàn thường. Nhũ tương trên cơ sở cao su - nước được dùng cho gỗ dán. Loại asphan nhựa đường được dùng chủ yếu cho gỗ ghép. Nhũ tương asphan được dùng cho các gỗ dán. ở những nơi có độ ẩm cao thì tốt nhất là sử dụng sản phẩm trên cơ sở cao su với một dung môi. Nếu như có nước trên nền bê tông thì không nên sử dụng bất cứ loại keo nào bởi vì sự nở của gỗ ở độ ẩm cao sẽ làm hỏng liên kết.

Tất cả các keo dán này đều có thể sử dụng bằng bay hình chữ V có góc sâu 0,635cm. Asphan thường được trải lên để tạo thành nền matit phẳng. Các tấm ốp mỏng hơn thì không cần gờ sâu như vậy. Các matit trên cơ sở cao su cần phải được gắn trong khoảng thời gian nhất định sau khi phân tán. Các loại nhũ tương và asphan nhựa đường thường cần thời gian đợi lâu hơn và không cần giới hạn thời gian trước khi gắn. Asphan nóng hoặc nhựa than đá (hắc ín) thường được sử dụng ngay khi nóng nếu không sẽ phải dùng đến các thiết bị tạo nhiệt để tác dụng.

8.10.2.5. Keo dán gạch men lát nền

Keo dán có thể được dùng để lát các loại gạch men khác nhau, có thể là gạch bóng hoặc không bóng. Keo dán loại này bao gồm: (a) Các matit trên cơ sở cao su với dung môi, (b) Các matit trên cơ sở cao su với nước, (c) Ximăng Pooc lăng với chất gắn kết nhựa.

Các matit loại dung môi trên cơ sở cao su đang ngày càng phổ biến để gắn sàn bởi chúng cho phép đặt gạch ở các vị trí mà không thể dùng vữa. Chúng đặc biệt tốt để lát gạch trên các nền ximăng phẳng và trong các công trình xây dựng đang được tân trang hay dùng cho các tấm gỗ dán hay lót ở các công trình dân dụng mới.

Các matit trên cơ sở cao su với nước thường có độ chịu nước không cao, do vậy không nên dùng chúng cho những ứng dụng có độ ẩm cao.

Ximăng Pooc lăng với chất gắn kết nhựa là một sản phẩm mới dùng để lát nền. Nó có các tính chất rất tốt và làm phẳng bề mặt nền, có thể được dùng cho nhiều loại bề mặt sàn nhưng không bằng các matit trên cơ sở cao su.

Các matit trên cơ sở cao su được trải lên các bề mặt nền sạch, khô, phẳng bằng bay với gờ khoảng 0,16 cm. Ở những vùng có độ ẩm cao thì nên phủ lót lớp keo dán mỏng hay phủ lớp mỏng vật liệu gắn bit lên gỗ tấm hay các bề mặt nhạy nước khác. Sau khi lớp lót khô thì trải keo dán

lên trên. Gạch, có thể là ghép mảnh hay phiến lớn cần phải được đặt vào vị trí trước khi keo dán quá khô. Thường thì gạch ghép mảnh phải được xoa phẳng các viên nhỏ, sau đó được lên bằng một khối gỗ. Sau khi đặt, gạch phải được bọc trong khuôn để các viên nhỏ không bị trượt khỏi vị trí. Sau khi keo dán ổn định, cần ít nhất 4 giờ để gạch có thể được trát vữa theo cách bình thường, trừ khi cần phải phủ giấy xi măng xây dựng hay màng nhựa để giữ độ ẩm và đảm bảo đông rắn thích hợp.

Vật liệu liên kết xi măng Pooc lăng - nhựa đôi khi được trát lên bằng bay có gờ sâu hơn hoặc có thể được trải nền dày 1,27-2,54 cm tương tự như đặt gạch trong vữa bình thường.

8.10.3. Keo dán cho gạch lát nền đàn hồi

8.10.3.1. Keo dán tấm nhựa trang trí

Có một số loại tấm nhựa trang trí đang được sử dụng hiện nay. Một loại bao gồm giấy thấm chứa phenolic với lớp nhựa melamin trên cùng, một loại là nhựa polyeste cứng. Các tấm trang trí có rất nhiều kẻ cả ở dạng tấm và dạng viên gạch. Có thể dùng các keo dán sau cho các tấm nhựa phù tường:

- Các keo dán tiếp xúc.
- Các matit trên cơ sở cao su.

Keo dán tiếp xúc loại trung bình có thể được sử dụng bằng cách trát bằng bay, bằng trục lăn, bằng chổi quét hay bằng cách phun. Keo dán được đưa lên cả bề mặt tấm ốp và bề mặt được ốp. Thời gian khô khoảng từ 15-30 phút. Hầu hết các keo dán trở nên bóng khi khô. Nếu thấy chúng không khô bóng thì nên đưa thêm keo dán. Rất nhiều sản phẩm cho phép thời gian phết trong 2 giờ, nếu lâu hơn thì keo dán sẽ tự đông rắn.

Cách sử dụng: Tấm nhựa được cắt khít trước khi phết keo dán, sau khi phết keo thì tấm nhựa được đặt cẩn thận vào vị trí với tác dụng lực trượt. Giấy được đặt lên trên keo dán khô trên bề mặt nền, tấm nhựa được đặt cẩn thận lên trên sao cho khít các cạnh và góc với giấy. Sau đó giấy được kéo ra và tấm nhựa được đặt cẩn thận vào vị trí theo một chiều để tránh không khí bị giữ lại. Tấm nhựa được cuốn chặt bằng thanh cuốn kim loại hay gỗ, nếu cần có thể dùng vỏ cao su hay búa để tác dụng lực. Để lau sạch phần keo dán dư có thể dùng tay hoặc với một số keo dán có thể dùng dung môi để lau.

Khi dùng chổi phết thì phải hết sức cẩn thận không phết lên phần keo đã khô bởi có thể làm cho màng không được phẳng. Một số keo dán, đặc biệt loại sử dụng nước, có thể sử dụng bằng phương pháp phun, dùng thiết bị phun sơn.

Các matit trên cơ sở cao su được trát bằng bay. Sau khi đặt tấm nhựa lên phải tác dụng một lực xoay nhẹ, sau đó dùng trực lăn tay để lăn lên tấm nhựa. Cần thiết phải cố định tấm nhựa cho tới khi keo dán ổn định.

8.10.3.2. Keo dán vật liệu phủ đàn hồi

Các vật liệu phủ đàn hồi bao gồm các tấm vinyl, cao su và dầu nhựa trùng hợp. Điều quan trọng là phải dùng một lớp keo dán chống nước ở trên cùng. Một số loại keo dán chống nước có thể sử dụng là: (a) Các matit trên cơ sở cao su với nước, (b) Các matit trên cơ sở cao su với dung môi ancol.

Các sản phẩm này sẽ được thảo luận ở phần sau.

- *Cách sử dụng.* Đối với các lớp trên cùng thì keo dán được sử dụng theo cách tương tự như đối với keo dán gạch lát nền nhưng bằng thiết bị lăn tay nhỏ. Đặc biệt đối với vinyl thì chỉ đưa keo dán lên khi bề mặt khô và sạch. Khi vinyl được gắn lên các bề mặt mà trước đó đã được phủ một lớp trên cùng thì cần phải loại bỏ hết keo dán cũ bằng cách cạo hay mài để tạo bề mặt dán thỏa mãn.

8.10.3.3. Keo dán gạch men

Gạch men có thể được ốp lên trên bằng keo dán với điều kiện bề mặt nền phải chịu được nước và keo dán cũng phải chịu nước. Vì có rất nhiều loại liên kết khác nhau nên điều quan trọng nhất là phải có loại xi măng gắn gạch phù hợp, phải gắn chặt, kín, không có các vết rạn. Các matit trên cơ sở cao su với các dung môi bay hơi thường được dùng cho lớp trên cùng bởi chúng có khả năng chịu nước tốt.

Các matit này được sử dụng bằng bay có gờ sâu 0,16 cm tương tự như lát gạch nền. Quy trình tương tự cũng được tiến hành bao gồm cả việc phủ một lớp keo dán lót để chống nước. Tất cả các cạnh của gỗ dán hay lớp đặt ở dưới cần phải được bít kín bằng keo dán hay một vật liệu lót để chống ẩm.

8.10.4. Keo dán mái nhà

8.10.4.1. Keo dán mái nhà không bắt cháy

Gắn vật liệu cách ly vào bề mặt mái nhà: nếu sử dụng tấm chắn hơi nước thì gắn tấm chắn này vào mái nhà, sau đó gắn vật liệu cách ly

vào tấm chắn. Khi nóng chúng sẽ không chảy mà mềm đi và chảy xuống sàn, do đó giảm thiểu khả năng lây lan cháy. Hầu hết keo dán chỉ cháy xém ở nhiệt độ cao. Có hai loại keo dán chính thường dùng: (a) Các keo dán lỏng trên cơ sở cao su với các dung môi không cháy và các hợp chất làm tắt lửa, (b) Các matit trên cơ sở asphan cùng với thành phần làm tắt lửa.

- *Cách sử dụng.* Các keo dán lỏng trên cơ sở cao su là bán nhớt do đó có thể quét bằng chổi đẩy hay bằng thiết bị phun hạt. Các hạt được phun dọc theo trần. Tấm chắn hơi nước hay lớp cách ly được gắn trực tiếp vào các hạt keo dán ngay sau khi phun. Tấm chắn hơi có thể được phủ keo bằng thiết bị phủ lăn hoặc trực lăn tay hay chổi.

Keo dán asphan thường được quét bằng chổi đẩy. Tấm chắn hơi nước hay vật liệu cách ly được gắn vào keo sau một khoảng thời gian xác định. Các keo dán asphan thường cho thời gian sử dụng lâu hơn so với các matit trên cơ sở cao su. Tấm chắn hơi được cuộn bằng thanh cuốn sau khi áp dụng lên nóc. Lớp vật liệu cách ly, tùy theo loại cũng có thể được cuộn lại.

8.10.4.2. Keo dán mái nhà có thể bắt cháy

Các loại keo dán truyền thống đã được dùng từ nhiều năm nay thường là nhựa than đá. Chúng là loại vật liệu nóng chảy và thường được sử dụng bằng chổi đẩy hay thiết bị quét thích hợp. Vật liệu cách ly được gắn vào vị trí ngay khi keo dán còn dính.

8.10.5. Vật liệu trần

8.10.5.1. Keo dán gạch cách âm

Có rất nhiều loại gạch cách âm, bao gồm sợi thực vật và sợi amiăng. Hầu hết các loại gạch này đều có thể dùng cùng loại keo dán: (a) Matit trên cơ sở nhựa, (b) Matit trên cơ sở cao su và (c) Keo dán liên kết tiếp xúc.

Trong số này, các matit trên cơ sở cao su là phổ biến nhất bởi chúng có giá thành thấp và độ bền ban đầu cao.

Các matit trên cơ sở cao su được dùng cho các ứng dụng đặc biệt khi dán các bề mặt đặc biệt như nhựa hoặc thủy tinh. Các matit trên cơ sở cao su có độ bám dính tốt hơn với nhiều loại bề mặt khác nhau, chúng có độ bền giới hạn cao và độ bền dưới các điều kiện bất thường tốt. Tương tự như vậy các keo dán tiếp xúc cũng được dùng cho các mục đích đặc

biệt với những ứng dụng đòi hỏi độ bám dính nhanh và khi các bề mặt gắn rất phẳng và nhẵn.

- *Cách sử dụng:* Bề mặt nền phải thật sạch, khô và rắn. Tất cả các keo dán và sơn cũ cần phải được loại sạch. Các matit trên cơ sở nhựa và matit trên cơ sở cao su thường được sử dụng bằng cách đưa một phần keo dán vào mỗi góc của gạch. Sau đó gạch được ấn vào vị trí với lực trượt nhẹ, trong một số trường hợp thì nên lót bề mặt nền. Đối với những loại gạch có nhiều bụi như một số amiăng khoáng thì nên lót các vùng gắn keo ở mặt sau của gạch. Việc này có thể được thực hiện bằng cách miết cạnh của bay hay dao trát lên mặt sau của gạch, do đó tạo được một lớp màng keo dán mỏng làm thấm ẩm bụi, sau đó đưa tiếp keo dán lên trên bề mặt đã được lót.

Keo dán liên kết tiếp xúc được sử dụng như đã mô tả trong phần đầu của chương này. Tất nhiên gạch được gắn bằng keo dán này là rất chắc. Điều quan trọng là phải để cho trần ổn định trong vòng ít nhất là 48 giờ. Việc lắp ghép các hệ thống điện nước... trước khi trần ổn định thường làm ảnh hưởng đến gạch trần.

8.10.6. Vật liệu cách ly

Các vật liệu cách ly (điện, nhiệt, âm) như sợi thủy tinh, len, thủy tinh, xenlulo hay bột gỗ mềm thường được gắn bằng keo dán vào các ống dẫn nhiệt, tường bê tông, trần nhà... Các keo dán bao gồm: (a) Keo dán lỏng trên cơ sở cao su với dung môi, (b) Keo dán lỏng trên cơ sở huyền phù cao su - nước và (c) Các matit trên cơ sở cao su với dung môi.

Các keo dán lỏng trên cơ sở cao su với dung môi là phổ biến nhất bởi chúng dễ dàng sử dụng bằng chổi hay bằng súng phun và có độ bám dính cao. Một số loại cao su trên cơ sở cao su tổng hợp có độ bền nhiệt cao thường được dùng cho các ống dẫn nhiệt. Mặc dù huyền phù cao su - nước có độ bền ban đầu thấp hơn nhưng chúng thường được sử dụng cho những ứng dụng có nguy cơ cháy cao. Các matit trên cơ sở cao su được dùng cho các bề mặt không bình thường như các tường bê tông.

- *Cách sử dụng:* Các keo dán lỏng có thể quét hoặc phun. Thường thì một lớp keo dán được phủ lên bề mặt nền và lên bề mặt vật liệu cách ly, sau khoảng vài phút thì có thể gắn hai mặt vào nhau với lực ấn tay mạnh. Các matit thường được trát lên bề mặt nền, sau một thời gian ngắn thì vật liệu cách ly được ấn vào keo dán khi còn ẩm.

8.10.7. Tấm panel kẹp

Một số keo dán có vai trò rất quan trọng trong ngành công nghiệp xây dựng, một số loại được dùng trong các nhà máy chế tạo các tấm panel kẹp hay dán. Các tấm panel này có thể được dùng trong vách ngăn, hay trong một số trường hợp dùng cho các tấm lót trần nhà, thường thì chúng có tác dụng cách ly nhất định (điện, nhiệt). Chúng thường được sử dụng cho mục đích trang trí bên trong hay bên ngoài các tòa nhà.

Rất nhiều loại keo dán có thể sử dụng làm các tấm ván kẹp tùy thuộc vào lớp bên ngoài và lõi sử dụng. Các tấm panel cũng có bề mặt bằng men sứ và lõi cách điện như bột thủy tinh xenlulo, sợi thủy tinh, giấy hay kim loại dạng tổ ong. Một số tấm panel có bề mặt ốp gạch men hay xi măng Poocăng với rất nhiều loại vật liệu lõi khác nhau. Một số tấm nhựa trang trí với bề mặt nhựa như polyester sợi thủy tinh được dùng cho các ứng dụng trong phòng. Sau đây là một số keo dán có thể được dùng: (a) Các keo dán cao su tổng hợp với các dung môi bay hơi, (b) Keo dán cao su tổng hợp với nước, (c) Các matit trên cơ sở cao su với dung môi, (d) Nhựa tổng hợp - nước, và (e) Keo dán lòng hay màng gắn loại nhựa tổng hợp đóng rắn nhiệt một hoặc hai thành phần hay các keo dán lòng.

Sử dụng: Loại cao su tổng hợp - dung môi thường được sử dụng bằng cách phun lên cả hai bề mặt để tạo thành màng phẳng liên tục. Sau khi đợi một thời gian để dung môi bay hơi thì gắn hai bề mặt vào nhau với lực tác dụng bằng trục lăn cao su. Cần phải cẩn thận không tác dụng lực vượt quá khả năng chịu của bề mặt và lõi, ví dụ: 3-5psi hay 50-100 g/cm. Các keo dán này cũng có thể sử dụng bằng cách quét hoặc bằng trục lăn sơn lên cả hai bề mặt. Trong một số trường hợp thiết bị lăn phủ lớn được dùng để tạo lớp màng phẳng cho lớp bề mặt hoàn thiện. Công nghệ này cũng được sử dụng cho một số loại vật liệu lõi như nhôm hay giấy dạng tổ ong, nhưng thỏa mãn nhất là cho tấm kim loại hoặc bia phẳng. Loại cao su tổng hợp - nước có thể được dùng theo cách tương tự. Công nghệ phủ lăn là rất thích hợp. Các matit trên cơ sở cao su thường được trát bằng bay giống như ốp gạch men.

Loại nhựa tổng hợp - nước như polyvinyl axetat chỉ giới hạn cho các ứng dụng trong phòng bởi độ bền nước của nó thấp. Keo dán này có thể sử dụng theo phương pháp lăn sơn, quét hay phun. Phải thao tác nhanh chóng bởi vì keo dán này đóng rắn rất nhanh. Thường thì phải cố định liên kết này trong một khoảng thời gian để cho nước bay hơi hết và liên kết đạt được đủ lực.

Một số keo dán mới, như loại nhựa tổng hợp một hay hai thành phần đang được sử dụng nhiều trong các ứng dụng đòi hỏi độ bền cấu

trúc cao. Chúng có thể là loại đóng rắn nhiệt hoặc không, và thường được sử dụng bằng trục lẫn hay bằng dao phủ. Nhiều loại có thể quét, nhưng chỉ một số loại có thể phun. Thường thì sau khi gắn tấm panel, cần phải cố định lực tác dụng cho tới khi liên kết ổn định. Trong một số trường hợp, đóng rắn nhiệt là cần thiết để có thể đạt được độ bền tối đa.

8.11. Keo dán trong composit cách điện và nhiệt

Keo dán là thành phần vật liệu quan trọng trong các tổ hợp composit cách điện, cách nhiệt và tạo ma sát. Trong các ứng dụng này, keo dán gắn nhiều vật liệu khác nhau như kim loại, nhựa và cao su.

Vấn đề quan trọng trong thiết kế là việc chọn vật liệu để tạo các bộ phận khác nhau của thiết bị, máy móc. Đây cũng là vấn đề quan tâm đầu tiên bởi vì vật liệu được chọn sẽ ảnh hưởng đến lực tác dụng cho phép, loại cấu trúc có thể sử dụng, hoạt động của hệ, điều kiện môi trường và giá thành sản phẩm.

Yêu cầu về đặc tính vật liệu và các đặc tính khác quyết định loại vật liệu nào sẽ được sử dụng, nhưng tầm quan trọng của mỗi đặc tính khác nhau là tùy thuộc vào từng ứng dụng cụ thể. Khả năng hay độ bền của sản phẩm cuối cùng trong hầu hết các trường hợp có liên quan trực tiếp đến tính chất keo dán. Ngoài đặc tính cơ học còn có độ bền mài mòn, độ dẫn điện, dẫn nhiệt, đặc tính ma sát. Ví dụ về đặc tính vật lý, dẫn nhiệt của các vật liệu nhựa khác nhau được đưa ra trong bảng 8.11, 8.12, 8.13. Không có phương trình hay công thức nào có thể tạo ra được vật liệu có tất cả các đặc tính hoàn thiện, do đó nên sử dụng vật liệu liên kết có giá trị cao nhất đối với đặc tính mong muốn. Sự lựa chọn cuối cùng phải là sự thỏa hiệp giữa hai yếu tố khả năng sử dụng và giá thành của vật liệu. Khi một số vật liệu khác nhau được chọn, mỗi loại có các đặc tính mong muốn ở mức độ thỏa mãn, thì bước tiếp theo là xem xét phương pháp sản xuất để có được quyết định cuối cùng. Sau đó mẫu cần phải được phân tích khả năng lắp ghép các bộ phận khác nhau thành một khối. Cả chi phí mài, làm bóng cũng cần phải xem xét vì nó cũng thay đổi rất nhiều.

Để gắn các vật liệu cách ly dạng tổ ong hay dạng bọt vào các bề mặt khác nhau thì phương tiện gắn hiệu quả nhất là bằng keo dán. Các keo dán loại này bao gồm: các nền gốm sứ, các vật liệu vô cơ, hữu cơ.

Bảng 8.11: So sánh đặc tính cơ lý của các vật liệu nhựa

Vật liệu	Trạng thái	Độ bền kéo (psi x 10 ⁴)	Độ bền kéo riêng (psi x 10 ⁴)	Bền uốn (psi x 10 ⁴)	Bền nén (psi x 10 ⁴)
Phenol focmandehit	trải nhựa	5-10	6.6	4-10	8-20
	độn bột gỗ	6-11	6.0	8-46	16-35
đúc	độn vải	6-9	5.5	10-15	21-32
đúc	độn	5-6	3.7	8-18	18-36
đúc	khoáng	1.7	12.6	25	22
đúc	dạng tiền bột	12.5	8.7	21	20
cán	trên cơ sở giấy X	8.0	5.5	16	18
cán	-	30.0	22.0	25	15
cán	-	10.0	7.0	20	38
cán	XX	10.0	7.0	20	35
cán	đặc biệt	0	5.6	17	30
cán	trên cơ sở canvas C	30.0	25.0	22.8	23
cán	vải đan mịn L	6.0	5.0	13	12
cán	-	8-13	7.1	13.5-15	25-35
ure focmandehit	trên cơ sở amiăng	5.5-7	3.5	7.5-16.5	27-37
Melamin focmandehit	Birch	5.0-7.5	5.9	6.5-10.5	10-13.5
Polystyren	Birch	6-8	5.8	12-16	11-15
Polymetyl metacrylat	độn α- xenlulo	8-10	6.7	10-13	11-12
	-	4-7	3.2	15-17	-
Polyvinyl clorit axetat	khoang độn	4-11	6.5	5-16	4-16
	-	3-10	4.5	5-10	12-17
Polyvinyliden clorit	đúc	2.5-7.5	4.23	2.8-13	7.5-17
	tấm	1.7	1.85	1.7	15
Xenlulo axetat	đúc,	9.0	7.9	13.6	10-12
Xenlulo axetat	không độn	7-8.5	6.5	7-10	7-8
Xenlulo axetat butyrat	đúc	5-10	5.0	5-10	21-23
	dạng tấm	5-6	4.17	8-10	40-50
Polyetylen	đúc	30-60	25	40-60	-
Polyamit (nylon)	đúc	35	13	-	-
Etyl xenlulo	tấm	60	7.7	-	-
Xenlulo nitrat	đúc				
Allyl	đúc				
Polyeste	tấm				
Nhôm	trải				
Thép	sợi thủy tinh cán				
	-				
	-				

Bảng 8.12: Tính chất điện của các vật liệu nhựa

Vật liệu	trạng thái	Độ bền điện môi trong t.gian ngắn (volt/phút)	60 vòng	Hệ số công suất (% 1000 vòng)	1000kc
Phenol focmandehit	trái nhựa	75-250	25.0-50.0	20.0-30.0	9-10
	bột gỗ	300-375	3.0-12.0	3-6	3-5
đúc	độn vải	200-325	10.0-25.0	4-10	4-6
đúc	amiăng	300-350	15-35	10-25	5-10
đúc	mica	350-500	1-25	0.7-1.5	0.5-0.9
đúc	giấy, bạc X	400-1000	—	—	2-8
cán	Vải, bạc C	150-600	—	—	2-8
cán	Alpha xenlulo	300-400	3.5-10.0	3.5-5.0	2.7-4.0
ure focmandehit					4.1
đúc	độn khoáng	390	7-17	—	2-3
	tấm	500	5-6	5-6	0.01-0.05
Melamin, đúc	đúc	500-700	0.006-0.05	0.005-0.05	1.8-1.9
Polymetyl metacrylat	tấm	400-425	0.7-1.0	1.1-1.3	3-5
Polystyren	đúc	350-400	3-8	3-15	1-10
Polyvinyl clorit axetat	đúc (chảy 140°C)	250-365	1-6	1-6	—
Polyvinyliden clorit	đúc (chảy 140°C)	250-400	1-4	—	1-4
Xenlulo axetat		400-475	0.3-0.5	0.3-0.5	0.3-0.5
	tấm	200-600	—	—	—
Xenlulo axetat butyrat	vải	250-500	—	—	—
Polyetylen	lưới	350-400	1.5-5.0	2-5	4-7
Polyeste laminate	đúc	470-550	0.8-3.0	0.8-1.5	1.7-3.6
Polyeste laminate	đúc	300-600	6-15	—	7.0-10
Polyamit (nylon)	tấm	568	—	1.0	6.0
Etyl xenlulo	trái	300-500	—	—	0.4
Xenlulo nitrat	sứ	—	—	—	0.022
Nhựa allyl	sứ	—	—	—	—
Isolantite					
thạch anh nóng chảy					

Bảng 8.13: Tính chất nhiệt của nhựa

Vật liệu	Trạng thái	Độ dẫn nhiệt (10^{-4} cal/ giây/ $\text{cm}^2/^\circ\text{C}/\text{cm}$)	Nhiệt độ biến dạng nhiệt ($^\circ\text{C}$)	Hệ số giãn nở nhiệt ($\times 10^{-5}$)
Phenol focmandehit	trái nhựa	3-5	40-60	5.7-15.0
đúc	bột gỗ	4-7	127-149	3.0-3.5
đúc	độn vải	4-7	121-149	1.0-2.0
đúc	amiăng	8-16	141-163	2.12
cán	giấy, bậc X	5-8	>160	1.7-2.5
cán	canvas, bậc C	5-8	>160	1.7-3.0
Ure focmandehit, đúc	alpha xenlulo	7.0	—	2.5-3.0
Melamin focmandehit	độn khoáng	—	266	2.0-4.5
Polymetyl metacrylat	tấm	4.0-6.0	60	7.0-9.0
Polystyren	đúc	1.8-2.0	76-80	6.0-8.0
Polyvinyl cloritaxetat	nhựa cứng	4.0-5.0	52	7.0
Polyvinyliden clorit	đúc	2.2	66-82	19.0
Xenlulo axetat	đúc(chảy 141°C)	4.0-8.0	48-62	8.0-16.0
Xenlulo axetat	Tấm	4.0-6.0	55-80	6.0-16.0
Xenlulo axetat- butyrat	đúc(chảy 141°C)	4.0-8.0	46-57	11.0-17.0
Polymetylen	Tấm	8.0	46-50	18.0
Polyamit (nylon)	đúc	6.0	77	10.0
Etyl xenlulo	đúc	4.0-6.0	43-93	10.0-14.0
Xenlulo nitrat	Tấm	3.1-5.1	43-66	9.0-16.0
Nhựa allyl	trái	2.2	60-82	19.0
Nhựa polyeste	tấm cán	5.5-7.5	—	1.0-2.0
Thép	—	1130	—	1.1
Nhôm (24S-T)	—	5000	—	2.2
Đồng thau	—	2000	—	1.8

8.11.1. Sự cách ly

Sự cách ly được thực hiện bằng một loại vật liệu nhằm ngăn chặn sự lan truyền một số dạng như nhiệt, âm, điện, ẩm... Các vật liệu được sử dụng

bao gồm thủy tinh, giấy, sứ, nhựa, kim loại... Các vật liệu cách nhiệt thường chứa các thành phần sợi thủy tinh, amiăng hay len vô cơ. Để cách âm và giảm nhiệt thì việc tạo một khoảng không gian kín là phương pháp đơn giản và hiệu quả. Các loại keo dán khác nhau đã được sử dụng để gắn, giữ hay bảo vệ vật liệu cách ly.

8.11.1.1. Cách nhiệt

Nhiệt được truyền bằng bức xạ, dẫn nhiệt hay đối lưu. Ngoài các vùng chịu lửa và bán chịu lửa nơi mà bức xạ có vai trò quan trọng thì mối quan tâm chủ yếu trong thiết kế cách nhiệt cho thiết bị công nghiệp là giảm đối lưu xuống tới mức không đáng kể. Nếu thực thi thì cách nhiệt hoàn chỉnh cho thiết bị công nghiệp là tạo chân không bởi vì ở đó không tồn tại vật liệu nào nên không thể dẫn nhiệt. Ưu điểm nữa của chân không là không khí không đối lưu. Trong sản xuất các vật liệu cách nhiệt, một lượng lớn các túi khí nhỏ được giữ lại giữa các sợi hay hạt tạo nên vật liệu cách điện. Cách nhiệt tạo ra do số lượng lớn các túi khí này làm giảm liên kết các phần của vật liệu rắn.

Trong sản xuất và chế tạo các vật liệu cách nhiệt này, các sợi hay tinh thể có thể được gắn với nhau tự nhiên hay bằng keo dán. Keo dán cơ bản có thể là nhựa phenol focmandehit thăng không biến tính hoặc nhựa furfural ancol. Các hệ nhựa hữu cơ biến tính cũng có thể được dùng. Với các vật liệu cách nhiệt từ 93°C trở lên thì thường dùng hỗn hợp nấu thủy tinh sứ. Tỷ lệ keo dán sử dụng được giữ ở mức tối thiểu (thường là dưới 3% khối lượng). Khi cần lượng keo dán lớn hơn thì keo dán biến tính với tác nhân tạo bọt được sử dụng để tạo nhiều túi khí.

Khi xem xét vấn đề cách nhiệt, điều quan trọng là phải xem xét cả điều kiện nhiệt độ và thời gian. Nhìn chung, vật liệu cách nhiệt dùng cho các ống dẫn hay lò phải có thời gian sử dụng lâu, có thể từ 1-20 năm, trái lại yêu cầu cho vật liệu cách nhiệt cũng có thể chỉ cần trong khoảng thời gian rất ngắn như đối với đầu đạn hay tên lửa. Loại sản phẩm cách nhiệt này thường không có điểm gì chung so với loại truyền thống có độ bền lâu hơn. Ngày nay, vật liệu cách điện loại amiăng, thủy tinh và vật liệu khác cùng với nhựa phenolic được dùng trong tên lửa với điều kiện nhiệt độ khoảng từ 1649-11.093°C, khoảng thời gian từ vài giây đến vài phút. Vật liệu cách nhiệt cực cao, trong thời gian rất ngắn không đòi hỏi phải có khoảng trống hay túi khí. Vấn đề cơ bản là vật liệu phải không bị phá hủy trong quá trình hoạt động và ở giai đoạn nhiệt độ cao.

Chức năng chính của keo dán trong vật liệu cách nhiệt là gắn hay liên kết vật liệu cách nhiệt vào bề mặt nền. Có hai phương pháp được sử dụng: ở phương pháp thứ nhất thì sau khi vật liệu cách nhiệt được chế

tạo mới gắn keo. Phương pháp thứ hai là vật liệu cách nhiệt được tạo ra đồng thời với quá trình gắn nó vào bề mặt nền. Ví dụ, vật liệu cách nhiệt trong hay ngoài của motor tên lửa được sản xuất và gắn vào nền kim loại hay nhựa trong cùng một hoạt động. Vật liệu cách nhiệt chứa thành phần nhựa tương đối rắn bao gồm nền và sợi (thủy tinh, amiăng, thạch anh, thủy tinh...). Nền là nhựa hữu cơ bền nhiệt, ví dụ phenol fôcmandehit biến tính. Nhựa phenolic đáp ứng các yêu cầu của nền trong vật liệu cách nhiệt và cũng cung cấp đủ lực gắn vào motor.

Việc sử dụng các vật liệu cách nhiệt trong phần motor của tên lửa là một lĩnh vực đặc biệt. Cả loại vật liệu cách ly cũng như thủy tinh - phenolic hay nhựa amiăng - phenolic và các vật liệu cao su đều được sử dụng. Đối với các yêu cầu nhiệt độ thấp hơn như dưới 1093°C thì có thể sử dụng vật liệu dạng cao su. Các vật liệu cách nhiệt kết hợp với các vật liệu cơ bản như magie cacbonat, diatomit silic, canxi silicat, natri silicat, sợi amiăng, sợi thủy tinh, xi măng Poocăng, sợi... trong đó vật liệu cơ bản được tạo thành tấm có độ mềm dẻo, tấm cứng, cấu trúc lỏng, hợp chất có thể phun và được đúc theo khuôn sử dụng. Có thể dùng nhiều loại keo dán khác nhau.

Khi vật liệu cách nhiệt được dùng trong các ứng dụng như ống dẫn, lò nấu thủy tinh, mái che... thì đòi hỏi phải có lớp phủ đặc biệt. Vật liệu cách nhiệt phải bền thời tiết, ánh sáng mặt trời, bền mài mòn và bền hóa chất. Bề mặt bên ngoài cũng có thể được thiết kế sao cho có thể phản chiếu nhiệt bức xạ mặt trời bằng cách sử dụng tấm nhôm hay lá kim loại mỏng khác.

Lớp phủ bảo vệ này có thể chứa amiăng, xenlulo, vôi... Có thể dùng các loại keo dán đặc biệt như cao su phenolic, asphan, amiăng - xi măng và natri silicat để tạo lớp phủ cho vật liệu cách nhiệt.

8.11.1.2. Cách điện

Trước đây, bền nhiệt độ tới khoảng 149°C là có thể dùng cho vật liệu cách điện. Ngày nay yêu cầu đối với vật liệu dùng trong công nghiệp và quân sự vượt qua điểm 149°C .

Do vậy, yêu cầu đối với keo dán gắn đồ cách điện vào đồ điện và gắn tấm như mica, sợi hay bột vào chính nó cũng phải có chức năng cách điện.

Chức năng chủ yếu của vật liệu cách điện là ngăn dòng điện. Khi thực hiện chức năng này, vật liệu cách điện đồng thời là một bộ phận trong cấu trúc có chức năng giữ khoảng cách hay vị trí. Vật liệu cách điện cũng được dùng để bảo vệ các bề mặt của đồ điện khỏi điều kiện môi trường như ẩm, nhiệt, hóa chất. Chúng cũng lấp các lỗ hổng hay khoảng trống mà có thể dẫn đến sự phóng điện.

Vật liệu cách điện có thể có nguồn gốc vô cơ (sứ), hữu cơ hoặc kết hợp cả hai loại. Các đặc tính được mô tả trong bảng 8.14, 8.15 và 8.16.

Bảng 8.14. Nhựa epoxy dùng phủ

Tính chất	Phương pháp thử ASTM	Giá trị
Cơ lý		
Trọng lượng riêng	D729-48T	1,11-1,23
Độ bền kéo, psi	D638-49T	12.000
Độ giãn dài	-	-
Modun đàn hồi khi căng, psi x 10^5	D638-49T	4,5
Độ bền uốn, psi	D790-49T	18.800
Modun uốn, psi		-
Độ bền va đập, m-kg/cm	D256-47T	0,5-1,7
Nhiệt		
Độ dẫn, Btu/giờ/ $m^2/^\circ C/cm$		-
Nhiệt riêng		-
Hệ số giãn nở tuyến tính, $cm/cm/^\circ C$	D696-44	$4,8 \times 10^{-5}$
Nhiệt độ biến dạng, $^\circ C$, 264 psi	D648-45T	302
Cảm ứng		
Điện trở suất, ohm-cm	D257-49T	10^{16} - 10^{17}
Độ bền điện môi, thời gian ngắn, von/phút	D149-44	400
Độ bền điện môi, từng bước một, von/phút	D149-44	380
Hằng số điện môi		
60 vòng	D150-47T	3,89
10^3 vòng		3,67
10^6 vòng		3,62
Hệ số công suất		
60 vòng	D150-47T	0,0013
10^3 vòng		0,0024
10^6 vòng		0,019
Độ bền hồ quang, giây		50-180
Hỗn tạp		
Hấp thụ nước, %		0,14
Phản xúc tác/ 100 phần nhựa		15
Chu trình lưu hóa, chất khởi đầu, 2giờ, $85^\circ C$, lưu hóa 4 giờ, $150^\circ C$		

Bảng 8.15. Các hợp chất polyeste đúc nóng (các anky)

Tính chất	Phương pháp thử ASTM	Chất dẻo vô cơ dạng hạt	Chất dẻo vô cơ nhựa rắn	Chất dẻo thủy tinh
Cơ lý				
Trọng lượng riêng	D792	2,18-2,25	1,80-1,83	1,7-2,0
Thể tích riêng, cm^3/kg	D792	12,7-12,3	15,4-15,2	14,6
Độ bền kéo, psi	D638	3000-4000	3000-4000	4000-10.000
Độ giãn dài, %	D638	-	-	-
Modun đàn hồi khi căng, $\text{psi} \times 10^5$	D638	25	15	16-20
Độ bền nén, psi	D695	18.000-25.000	18.000-20.000	200.000-25.000
Độ bền uốn, psi	D790	7500-10.000	8000-10.000	5000-30.000
Độ bền va đập, $\text{m} \cdot \text{kg}/\text{cm}$	D256	0,3-0,35	0,3-0,35	3-24
Độ cứng	D785	-	-	-
Nhiệt				
Độ dẫn, $10^{-4} \text{ cal}/\text{giây}/\text{cm}^2/1^\circ\text{C}/\text{cm}$	C177	-	-	8-12
Tỷ nhiệt, $\text{cal}/^\circ\text{C}/\text{g}$	-	0,25	0,25	-
Hệ số giãn nở nhiệt, $10^{-5} / ^\circ\text{C}$	D696	3,5	3,5	1,0-3,0
Độ bền nhiệt, $^\circ\text{C}$	-	149-177	149-177	149
Nhiệt độ biến dạng, $^\circ\text{C}$	D648	177-204	191-218	204
Cảm ứng				
Điện trở suất, $\text{ohm} \cdot \text{cm}$	D257	10^{14}	10^{14}	$10^{12}-10^{14}$
Độ bền điện môi, thời gian ngắn	D149	350-450	390-400	150-400
Độ bền điện môi, từng bước một	D149	300-350	325-335	315
Hằng số điện môi				
60 vòng	D150	6,0-7,5	5,9-6,4	5,2-6,0
10^3 vòng	D150	5,1-6,2	-	4,5-5,0
10^6 vòng	D150	4,6-5,5	4,8-5,1	4,0-4,5
Hệ số công suất				
60 vòng	D150	0,02-0,06	0,035-0,055	0,023-0,024
10^3 vòng	D150	0,02-0,03	-	0,015-0,020

10 ⁶ vòng	D150	0,015-0,018	0,032-0,04	0,015-0,020
Độ bền hồ quang, giây	D495	190	175	100-180
Hỗn tạp				
Hấp thụ nước, 24 giờ, 0,32 cm, %	D570	0,4-0,8	0,15	0,15-0,20
Ảnh hưởng của axit yếu	D543	không	không	nhẹ
Ảnh hưởng của axit mạnh	D543	không	không	ăn mòn
Ảnh hưởng của kiềm yếu	D543	ăn mòn	ăn mòn	ăn mòn
Ảnh hưởng của kiềm mạnh	D543	phân hủy	phân hủy	phân hủy
Ảnh hưởng của các dung môi hữu cơ	D543	không	không	không
Chất lượng cơ học	-	hỏng	hỏng	hỏng

Bảng 8.16. Hợp chất vinyl clorua đúc nóng

Tính chất	Phương pháp thử ASTM	Độ cứng	Chất độ dẻo không mềm dẻo	Chất độ dẻo mềm dẻo
Cơ học				
Trọng lượng riêng	D792	1,35-1,55	1,16-1,3	1,3-1,6
Thể tích riêng, cm ³ /kg	D792	20,5-17,8	22,2-20,5	21,3-16,3
Độ bền kéo, psi	D638	5000-9000	1500-3500	1000-3500
Độ giãn dài, %	D638	5,0-15,0	200-450	200-400
Modun đàn hồi khi căng, psi x 10 ⁵	D638	5-6	-	-
Độ bền nén, psi	D695	10.000-13.000	-	-
Độ bền uốn, psi	D790	8000-16.000	-	-
Độ bền va đập, m-kG/cm	D256	0,4-2,0	-	-
Nhiệt				
Độ dẫn, 10 ⁻⁴ cal/giây/cm ² /1°C/cm	C177	3,0-7,0	3,0-4,0	3,0-4,0
Tỷ nhiệt, cal/°C/g	D696	0,2-0,28	0,3-0,5	0,3-0,5
Hệ số giãn nở nhiệt, 10 ⁻⁵ /°C	D696	5-6	-	-

Độ bền nhiệt, °C		54-71	66-80	66-80
Nhiệt độ biến dạng, °C	D648	60-85	-	-
Cảm ứng				
Điện trở suất, ohm-cm (độ ẩm 50%, 23°C)	D257	10^{16}	$(1-10)10^{12}$	$(4-7)10^{14}$
Độ bền điện môi, thời gian ngắn, dày 0,32cm, von/phút	D149	700-1300	800-1000	600-800
Độ bền điện môi, từng bước một, độ dày 0,32 cm, von/phút	D149	650-750	750-900	550-750
Hằng số điện môi				
60 vòng	D150	3,4-3,6	5,0-6,0	5,0-6,0
10^3 vòng	D150	3,0-3,3	4,0-5,0	4,0-5,0
10^6 vòng	D150	2,8-3,0	3,5-4,5	3,5-4,5
Độ bền hồ quang, giây	D495	60-80	-	-
Hỗn tạp				
Hấp thụ nước, 0,32 cm, 24 giờ	D570	0,1-0,4	0,50-0,75	0,60-1,0
Chất lượng cơ học		tốt	-	-
Ảnh hưởng của axit yếu	D543	không	không	không
Ảnh hưởng của axit mạnh	D543	không	từ không tới nhẹ	-
Ảnh hưởng của kiềm yếu và mạnh	D543	không	không	không
Ảnh hưởng của các dung môi hữu cơ	D543	chịu được các ancol, hydrocacbon và dầu; tan trong xeton		

Thường thì vật liệu cách điện không cần dán vào vật liệu nền. Vật liệu này có thể được phun trực tiếp, đúc khuôn sao cho có thể bọc hoàn chỉnh mà không cần keo dán đặc biệt. Tuy nhiên vẫn cần đến keo dán hay vật liệu dạng keo dán để tạo vật liệu cách điện cung cấp độ bám dính giữa vật liệu cách điện và vật liệu nền. Trong những trường hợp này, các đặc tính điện của keo dán cũng quan trọng tương đương các đặc tính khác.

Bằng cách điện là một ứng dụng chính của keo dán để cách điện, giữ hoặc làm lớp đệm. Chúng thường được sử dụng để bọc các ống xoắn, vật dẫn, thiết bị nối cách điện và uốn vật liệu cách điện. Băng này thường được đưa keo dán nhạy áp lên một hay cả hai mặt. Các keo dán thường có một mục đích chính, ví dụ hỗ trợ cách điện và gắn vật liệu cách điện vào thiết bị. Vật liệu dán sử dụng bao gồm cao su vinyl, epoxy, xenlulo axetat, polyvinyliden clorua, polyetylen và sợi thủy tinh hay thủy tinh.

Các vật liệu nhựa cách điện (trong bảng 8.14 và 8.15) thường dùng các vật liệu độn: như sợi ngắn, vật liệu độn dạng hạt và dạng tấm (gỗ, mica, sét diatomit, amiăng, thủy tinh...), thường thì không cần dán keo lẫn hai.

Khi vật liệu kim loại được dùng với các vật liệu cách nhiệt dẻo mỏng thì việc kiểm soát vật liệu cách điện nền phải tuân theo các yêu cầu của keo dán chứ không theo yêu cầu của nhựa. Vật liệu kim loại cần phải được gắn hay bọc mà không chịu ảnh hưởng phụ như bị rạn nứt... Việc phân biệt giữa các vật liệu độn nhựa và vật liệu dán trong trường hợp này là rất khó. Các thành phần cơ bản của loại vật liệu này là giống nhau. Chất độn thường được sử dụng cho keo dán này bởi chúng có thể làm tăng độ ổn định nhiệt, lực uốn và xé, giảm giá thành keo dán, tạo tổ hợp của nhựa với tính chất điện hóa mong muốn...

Khi chế tạo vật liệu cách điện mica, việc tạo tấm mica được thực hiện bằng cách gắn nhựa tự nhiên hay tổng hợp hoặc chất liên kết vô cơ. Nhựa cánh kiến vẫn được sử dụng rộng rãi với vai trò chất liên kết ankyl hay polyeste. Với những ứng dụng chấp nhận chi phí cao thì có thể dùng nhựa epoxy làm chất liên kết. Nhựa silicon thường được dùng cho những ứng dụng đòi hỏi bền nhiệt độ cao và đặc tính điện tốt. Chất liên kết vô cơ phù hợp cho mica là hỗn hợp nấu thủy tinh hoặc sứ. Mica gắn thủy tinh dùng cho vật liệu cách điện hoạt động ở nhiệt độ cao.

Sứ được dùng rộng rãi làm các vật liệu cách điện. Sứ này có thể được dùng riêng hoặc bọc đồ điện. Khi vật liệu sứ gắn vào đồ điện, keo dán sứ như natri silicat, kiềm borosilica và canxi nhôm là rất thích hợp.

8.11.2. Dán vật liệu ma sát

Sự phát triển không ngừng vật liệu ma sát cho cấu trúc kim loại là kết quả của việc sử dụng keo dán. Việc chuyển đổi từ vật liệu chịu ma sát gắn cơ học sang gắn dán keo cho phép vật liệu có khối lượng nhẹ hơn, mỏng hơn và giá thành thấp hơn.

Trước đây, một trong những ứng dụng khó nhất trong ngành công nghiệp tự động là việc gắn vật liệu lót vào má phanh. Mối quan hệ giữa độ an toàn của phương tiện và độ bền của keo dán trong khi sử dụng đã trở nên rõ ràng với việc sử dụng các keo dán phenolic mạch thẳng hay biến tính với độ bám dính cao, bền nhiệt. Keo dán cao su nitrin - phenolic cũng như các keo dán phenolic không biến tính cho phép liên kết hoạt động ở 316°C hay cao hơn.

Nhiệt ma sát tạo ra khi phanh có thể từ $205-316^{\circ}\text{C}$ đối với 1/2 độ dày lớp lót. Nhiệt độ rất cao tạo ra ở bề mặt vật liệu ma sát khi phanh xe ôtô

hay xe tải. Khó có thể xác định chính xác nhiệt độ tạo ra, nhưng theo tính toán, khoảng nhiệt độ từ 1093-1371⁰C trong thời gian rất ngắn. Nhiệt độ thực tế của liên kết keo dán thường không vượt quá 205-316⁰C bởi tính dẫn nhiệt của các vật liệu hữu cơ hay vô cơ chịu ma sát là thấp.

Các vật liệu ma sát gắn keo dán hiện nay đang được dùng làm vật liệu lót phanh xe máy, ô tô, máy bay, đĩa côn, các vật dụng gia đình như máy giặt, các thiết bị công nghiệp tự động như cần trục... Một số vật liệu ma sát là vô cơ hoàn toàn (sứ) như phanh cho xe tải lớn, máy bay. Trong hầu hết những trường hợp này, các keo dán sứ được dùng như môi trường gắn.

8.12. Keo dán trong công nghiệp điện

Ngành công nghiệp điện có nhu cầu keo dán lớn ngang với nhu cầu keo dán ở những ngành sử dụng khác. Vấn đề cần phải nghiên cứu nữa là hồng học kỹ thuật hay điện có thể xảy ra. Việc đạt được các đặc tính kỹ thuật đáp ứng yêu cầu như lực kéo, lực uốn, bền va đập... là vấn đề cơ bản để thỏa mãn sử dụng. Tuy nhiên, ở đây chỉ tập trung vào những đặc tính cơ bản của keo dán sử dụng cho thiết bị điện mà có ít hoặc có vai trò không quan trọng cho những ứng dụng khác.

Điều hấp dẫn đặc biệt của các keo dán hữu cơ đối với công nghiệp điện là chúng không chỉ thực hiện chức năng gắn mà còn có thể thực hiện chức năng cách điện. Do đó, các keo dán thích hợp cho các thiết bị điện phải có tính cách điện. Cũng có một số ứng dụng đòi hỏi keo dán có tính dẫn điện.

Để tận dụng tối đa các đặc tính dẫn điện của keo dán hữu cơ hiện đại thì phải nhận biết được các tiêu chuẩn cơ bản của ngành công nghiệp sử dụng.

8.12.1. Phân loại theo nhiệt độ

Thiết bị điện thường được bảo hành hoạt động ở một nhiệt độ tối đa xác định. Các giới hạn nhiệt độ cho thiết bị là:

Loại	Nhiệt độ tối đa (°C)
Loại O	90
Loại A	105
Loại B	130
Loại F	155
Loại H	180
Loại C	trên 180

Loại keo dán dùng cho các thiết bị hoạt động trong những khoảng nhiệt độ này sẽ phải được đánh giá dưới những điều kiện thích hợp. Phương pháp kiểm tra là vấn đề rất được ngành công nghiệp điện quan tâm.

Thiết bị loại A là quan trọng nhất về mọi khía cạnh xem xét do nó có xu hướng tiến tới loại B và ở những mức nhiệt độ cao hơn cho một số ứng dụng nhất định. Nhìn chung, các keo dán dùng cho khoảng nhiệt độ loại H và cao hơn chủ yếu được chọn cho mục đích bảo toàn cơ học và giới hạn bền nhiệt ở nhiệt độ yêu cầu. Thiết bị hoạt động ở những nhiệt độ này thường thiết kế cho điện thế thấp và yêu cầu cách điện là không cao.

Với nhiệt độ hoạt động của thiết bị điện hiện đại, thường không thể dùng tất cả các loại nhựa nhiệt dẻo thông thường làm keo dán; do vậy phần này tập trung chủ yếu vào hệ nhựa nhiệt rắn tổng hợp. Các nhựa nhiệt dẻo thường dùng để hỗ trợ lắp ghép, nhưng hoạt động thỏa mãn của thiết bị thường không phụ thuộc vào độ bền của liên kết này. Thêm vào đó, đối với các ứng dụng điện tử chỉ cần nhiệt độ hoạt động trung bình, các nhựa nhiệt dẻo nhanh bám dính được dùng để gắn các dây, các vật liệu màng phủ vào nền. Những tiến bộ nhanh chóng trong khoa học polyme đảm bảo rằng keo dán nhiệt dẻo, nóng chảy, sẽ rất sẵn có trong tương lai gần; hơn nữa ứng dụng ngày càng tăng của nó trong các thiết bị điện là một điều chắc chắn nhờ khả năng sử dụng dễ dàng.

8.12.2. Tính chất

Vẫn chưa có sự phân định rõ ràng giữa vật liệu dẫn và vật liệu cách điện, thường thì người ta coi vật liệu dẫn là vật liệu có trở kháng dưới 1ohm-cm, vật liệu cách điện có trở kháng trên 10^6 ohm-cm. Đối với những ứng dụng cách điện quan trọng, đặc biệt những ứng dụng với điện thế cao hay dòng điện lớn thì trở kháng trên 10^{12} ohm-cm. Trở kháng phụ thuộc vào nhiệt độ và tỷ lệ nghịch với nhiệt độ. Các chất bản có cực và dẫn điện làm giảm đáng kể trở kháng.

Khả năng bảo vệ bề mặt phụ thuộc không chỉ vào bản chất của vật liệu mà còn vào các yếu tố môi trường như độ ẩm, độ sạch... Sự nhiễm bẩn làm giảm đáng kể khả năng bảo vệ bề mặt, tuy nhiên quy trình sấy và làm sạch thường khôi phục lại một phần giá trị ban đầu.

Khả năng cản điện của lớp keo dán thực hiện chức năng như vật liệu cách điện phụ thuộc vào bề mặt cũng như trở kháng.

8.12.3. Độ bền hóa học

Ngoài tính chất điện và cơ học, keo dán dùng trong hầu hết đồ điện phải có một độ bền hóa học nhất định. Ở thiết bị quay, bền chất bôi trơn là

cần thiết bởi keo dán khó tránh khỏi tiếp xúc với vật liệu này. Nếu như chọn keo dán không phù hợp có thể dẫn tới keo bị mềm và mất tác dụng. Các chất bôi trơn tổng hợp không cháy đang được dùng nhiều đòi hỏi keo dán phải có khả năng bền hóa học cao hơn. Đối với ứng dụng làm lạnh thì yếu tố quan trọng là keo dán phải có độ bền tác nhân làm lạnh tốt, ít hoặc không có việc rút khí hay thoát khí trong quá trình hoạt động. Trong những ứng dụng này, nếu bộ phận làm lạnh hỏng có thể dẫn tới hỏng cả hệ thiết bị và cả hệ thống điện.

Trong biến thể cỡ lớn, keo dán phải bền dầu hydrocacbon và các hợp chất thơm được dùng như môi trường cách điện lỏng và truyền nhiệt. Thường thì các phần cong của ruột gà được gắn bằng keo dán và bất cứ lỗ hỏng vào của bản cực đều có thể làm sụt thế điện môi của môi trường cách điện lỏng. Việc sử dụng ngày càng nhiều các thiết bị ngoài trời ở các kho chứa hóa chất và đồ dùng đòi hỏi lựa chọn keo dán có khả năng bền các yếu tố khác nhau như độ ẩm, bụi, ánh sáng mặt trời và các yếu tố môi trường khác.

Trong trường hợp đặc biệt, độ bền axit và kiềm cho những ứng dụng ở nhà máy giấy, chất tẩy rửa trong gia đình, axit trong các nhà máy lọc dầu, tác nhân dẻo hóa trong hoạt động trộn hợp nhựa, cao su... cần phải được đánh giá độc lập.

8.12.4. Bền độ ẩm

Rất nhiều keo dán thường hút ẩm từ không khí, đặc biệt ở những vùng có độ ẩm tương đối cao. Sự hút ẩm của keo dán trong bảng mạch in có thể gây nên những thay đổi về khả năng bảo vệ bề mặt cũng như làm thay đổi các đặc tính điện của mạch. Độ ẩm thường làm thay đổi khả năng bền bề mặt nhiều hơn so với trở kháng, đặc biệt khi chất nhiễm bẩn có trên bề mặt. Mức độ thay đổi trở kháng từ điều kiện ẩm đến điều kiện khô thường được sử dụng như một thước đo chất lượng của vật liệu dùng trong sản xuất.

8.12.5. Khả năng ăn mòn hóa học

Một số thành phần nhất định trong một số keo dán có thể phá hủy các chi tiết kim loại và phi kim loại trong thiết bị điện. Dây đồng được dùng trong rất nhiều ứng dụng và rất nhạy với axit hữu cơ. Sản phẩm hình thành trong quá trình phân hủy của một số peroxit được dùng để đóng rắn polyeste không no có thể dẫn tới đoản mạch khi phân hủy hoàn toàn dây dẫn đồng. Tất nhiên, độ ẩm cao thúc đẩy quá trình này. Rất nhiều tác nhân đóng rắn bazơ hay axit được dùng cùng với epoxy và nhựa làm

mòn đồng. Một số tác nhân đóng rắn nhất định, nếu được lựa chọn cẩn thận và đóng rắn đầy đủ là thỏa mãn yêu cầu.

Một số dây, bao gồm các polyeste, đặc biệt khi dùng trong hệ kín hoàn toàn thì nhạy cảm với nước có thể dẫn tới sự khử trùng hợp và đứt gãy. Một số keo dán như loại phenol-focmandehit và các loại xenlulo thường được dùng làm nền cho các keo dán nhạy áp là các tác nhân tạo nước khi gặp nhiệt, do đó không nên sử dụng. Thường thì sự đóng rắn kỹ trước khi gắn bit thiết bị là đủ để ngăn khả năng cách điện không bị phá hủy do thủy phân.

Độ ẩm hay lượng nhỏ dung môi hữu cơ trong một số keo dán có thể thúc đẩy sự hình thành các vết nứt theo chiều ngang của dây. Trong một số trường hợp, việc tôi ở nhiệt độ cao có thể gắn được các vết rạn này nhưng thường thì sự hư hỏng này khó có thể sửa được.

Hầu hết các thiết bị điện bao gồm các vật liệu với hệ số giãn nở nhiệt khác nhau, vì thế nên dùng các keo dán có độ co giãn hoặc có modun thấp để các tính chất điện của các phần được gắn sẽ không bị thay đổi khi nhiệt độ thay đổi.

Một số thiết bị điện yêu cầu lõi phải được chuẩn bị bằng cách nối các lá thép biến thể từ bằng keo dán hữu cơ. Các tính chất từ của lõi khi gắn bằng keo dán cứng rất khác so với khi dán bằng keo dán mềm, ví dụ khi dùng keo dán cứng thì tổn hao dòng xoáy là lớn hơn.

Các ống xoắn dùng trong các cuộn moto lớn hay stato biến thể thường có mica được gắn bằng các keo dán mềm dẻo như các asphan biến tính. Các hệ cách ly này cần phải biến dạng (nếu cần) trong quá trình đưa vào lõi mà không làm hại đến khả năng cách điện của ống xoắn. Rất nhiều các ống xoắn được gắn ngẫu nhiên với nhau bằng các keo dán. Với những ứng dụng mà chất lượng của ống xoắn cần giữ ổn định, ví dụ trong biến thể, thì cần các keo dán mềm.

Keo dán được dùng trong các đồ dùng gia đình phải không độc và không có mùi. Bởi thiếu hệ thống gió trong thiết bị làm lạnh cho nên chỉ cần có một chút mùi thì sau một thời gian sẽ trở nên rất kinh khủng.

8.12.6. Bền cracking

Keo dán trong các thiết bị điện có thể phải chịu điện tích và hồ quang cao. Điều quan trọng là dùng các vật liệu chống lại sự tạo thành cacbon khi tiếp xúc với các điện tích này, nếu không thì sẽ dẫn hình thành đường dẫn điện. Nói chung, các keo dán không thơm có độ bền hồ quang cao. Có thể tăng độ bền cracking của một số keo dán bằng cách đưa các phụ gia, chất độn như nhôm hydrat hóa. Để ổn định nhiệt nên chọn các vật

liệu với tốc độ phân rã chậm. Để có được độ bền hồ quang hay bền cracking thì mong muốn tất cả các sản phẩm phân hủy phải ở dạng khí hơn là để các sản phẩm giảm dần trọng lượng phân tử với sự hình thành các sản phẩm phân hủy nặng, không bay hơi, than hóa.

Không có mối quan hệ trực tiếp giữa tốc độ và loại sản phẩm phân hủy. Ví dụ, polytetrafluoro etylen (“Teflon” TFE) có độ ổn định nhiệt cao và tốc độ phân hủy chậm, phân hủy tạo thành sản phẩm khí. Các metacrylat cũng phân hủy thành sản phẩm bay hơi nhưng có tốc độ phân hủy rất nhanh. Hầu hết các vật liệu khác đều có độ ổn định nhiệt và trọng lượng phân tử của sản phẩm phân hủy ở giá trị trung gian. Trong những trường hợp mà độ bền cracking là cần thiết thì điều quan trọng là tránh sử dụng các vật liệu hữu cơ thơm để giảm tối đa sự hình thành các gốc chứa cacbon dẫn điện, thậm chí có nguy cơ giảm độ ổn định nhiệt.

8.12.7. Vật liệu lót

Việc sử dụng vật liệu lót để cải thiện độ bám dính keo dán vào bề mặt phi kim cách điện cần phải được thực hiện cẩn thận. Đa số vật liệu lót là phân cực và đường dẫn có thể hình thành dưới keo dán. Việc xử lý “Teflon” là một trường hợp, nhưng người ta nhận thấy rằng việc rửa toàn bộ sau khi xử lý rồi sấy cẩn thận sẽ giảm tối đa nguy cơ nhiễm bẩn.

8.12.8. Độ bền bức xạ

Ứng dụng của keo dán trong các thiết bị có mặt bức xạ năng lượng cao gần đây đang được tập trung nghiên cứu. Sự đứt gãy điện và cơ học của rất nhiều keo dán hữu cơ khi bức xạ mạnh đã được đánh giá. Sự hỏng cơ học của keo dán có thể xảy ra dẫn tới vấn đề trực tiếp điện. Tuy nhiên sự phụ thuộc vào giá trị cách điện của keo dán có thể dẫn tới phá vỡ điện môi nếu giá trị cách điện của keo dán thay đổi hay bị phá hủy.

8.12.9. Giải phóng sản phẩm khí

Ảnh hưởng của các sản phẩm khí do keo dán tạo ra lên các thành phần cách điện đã được mô tả. Trong trường hợp các bộ phận bị kín, đặc biệt đối với thiết bị đã được tạo chân không thì bất cứ sự giải phóng khí nào cũng có thể làm thay đổi môi trường trong thiết bị, thậm chí có thể dẫn tới làm hỏng thiết bị. Các phân dễ bay hơi thường có tính ăn mòn và có thể làm đứt mạch điện hoặc làm tăng tiếp xúc để tăng độ bền điện. Người ta cũng nhận ra rằng các phân trọng lượng phân tử thấp được giải phóng bởi một số polyme silicon sẽ chuyển thành silic trên các chổi và làm đổi

quay thiết bị dưới một số điều kiện và có thể làm hỏng chốt. Do đó phải có phương pháp kiểm tra đánh giá để phát hiện được hiện tượng.

8.12.10. Yêu cầu xử lý chung

Yêu cầu chính đối với một keo dán hiệu quả là phải có tuổi thọ và khả năng liên kết thích hợp. Thiết bị điện thường đòi hỏi phương pháp sử dụng phức tạp, khó khăn lớn nhất là đối với thiết bị quá nhỏ hoặc quá lớn. Keo dán phải có khả năng đáp ứng thời gian sử dụng lâu.

Tất cả keo dán dùng trong thiết bị điện phải không có dung môi hay ít nhất là dung môi phải bay hơi hoàn toàn trước khi đóng rắn. Sự có mặt dung môi trong quá trình hoạt động của thiết bị có thể làm hỏng thiết bị khi dung môi bay hơi. Chất hóa dẻo hay tác nhân biến tính bay hơi cũng gây ra những hỏng hóc tương tự.

Rất nhiều keo dán dùng trong máy móc được sử dụng ở dạng băng, thường có vật liệu dạng màng hoặc sợi. Trong nhiều trường hợp, việc sử dụng các lớp riêng biệt để tránh sự tạo khối của các lớp kế tiếp nhau lại không phải là phương pháp thỏa mãn, do đó keo dán không tạo khối là thích hợp.

Một đặc tính của keo dán hỗ trợ gắn hiệu quả là độ nhớt cao. Thường thì ở những thiết bị lớn hoặc đôi khi ở thiết bị nhỏ vật được gắn không gắn khít hoàn hảo. Do đó liên kết tốt phụ thuộc vào khả năng của keo dán để có thể nối khoảng cách này và tạo nên một đường liên kết liên tục.

Khi lựa chọn keo dán phải chú ý đến khả năng tương hợp với bộ phận của thiết bị. Điều kiện đóng rắn phải không ảnh hưởng tới vật liệu khác trong thiết bị. Một số trường hợp, keo dán phải chịu được điều kiện phá hủy như hàn, do đó khả năng chịu nhiệt độ cao trong khoảng thời gian ngắn là điều kiện tiên quyết. Ở một số thiết bị sản xuất với công suất lớn như cho tivi hay đèn huỳnh quang thì keo dán phải bám dính ngay sau khi sử dụng.

Hầu hết các hỏng hóc của keo dán trong thiết bị điện đều mang tính chất cơ học hơn là điện. Do keo dán được dùng để gắn các vật liệu khác nhau với nhau nên phải chịu điều kiện giãn nở nhiệt và các lực ly tâm lớn, vì thế chúng phải chịu sự hỏng liên kết keo dán khi bị môi bởi các lực tác dụng liên tục, lực va đập đột ngột, ảnh hưởng của biến đổi hóa học.

Hầu hết thiết bị điện đều phải chịu lực rung. Để thỏa mãn thì keo dán phải có độ bền mỏi. Tất cả keo dán đều cho thấy lực tới hạn giảm khi chu kỳ tác dụng tăng. Sự giảm dần này làm tăng phán đoán chính xác về khả

năng sử dụng. Tất nhiên, ảnh hưởng của giới hạn an toàn mong muốn và giới hạn thống kê cần phải được xem xét. Khi không có chu kỳ rung thì có ảnh hưởng của thời gian độ bền liên kết mặc dù tốc độ hỏng chậm hơn.

Mẫu chịu tải trước làm giảm độ bền môi với bất cứ lực tác dụng nào. Lực tối đa mà liên kết phải chịu là điều kiện tiên quyết. Tải tác dụng sơ bộ càng cao thì cho lực tối đa càng cao và dẫn tới độ bền môi càng ngắn khi phải chịu bất cứ lực tác dụng cố định nào.

Bình thường bất cứ hệ keo dán nào cho các ứng dụng có chu kỳ lực cao cần phải đánh giá cẩn thận các yêu cầu liên quan. Có rất nhiều các yếu tố phức tạp ảnh hưởng như mức độ và tần số rung, modun và khả năng kéo căng của keo dán, ảnh hưởng của nhiệt độ lên tính chất vật lý của keo dán, độ bám dính vào vật liệu nền là rất khó xác định.

8.13. Keo dán trong công nghiệp sản xuất ô tô

Rất nhiều loại keo dán khác nhau hiện đang được dùng trong ngành công nghiệp sản xuất ô tô. Các keo dán nhiệt rắn và cấu trúc được dùng chủ yếu để gắn má phanh. Các keo dán nhiệt dẻo được dùng để gắn các vật liệu trang trí và các tấm chắn cửa. Loại vật liệu thứ ba là vật liệu bit và dán cách âm. Mặc dù chúng không phải là các tác nhân liên kết nhưng chúng vẫn phải có khả năng gắn tốt vào các bề mặt kim loại và hình thành một tấm chắn ngăn không khí, nước, bụi và âm thanh.

8.13.1. Sử dụng keo dán đóng rắn nhiệt

Các keo dán nhiệt rắn trải qua một phản ứng hóa học trong quá trình hình thành liên kết. Phản ứng có thể xảy ra khi tác dụng nhiệt, xúc tác hay kết hợp cả hai. Chúng thường mạnh hơn các keo dán nhiệt dẻo và vật liệu gắn bit.

Do có nhiều ưu điểm hơn so với các phương pháp gắn khác nên chúng ngày càng được sử dụng nhiều trong ngành tự động. Chúng không chỉ liên kết các vật liệu khác nhau mà còn tạo đường gắn liên tục do đó giảm độ rung và ồn. Chúng giúp lực tải phân bố đều khắp vùng được gắn, do đó cho phép sử dụng các thiết bị mỏng hơn và cung cấp các đặc tính môi cao hơn. Chúng cũng cho phép gắn các kim loại khác nhau mà hầu như không có sự ăn mòn lưỡng kim. Chúng cho phép gắn các vật liệu như nhôm, thủy tinh mà rất khó gắn bằng các phương pháp khác. Cuối cùng vật liệu gắn keo dán tạo liên kết phẳng, không gồ ghề, không cần phải qua quá trình mài hay làm nhẵn.

8.13.1.2. Gắn các vật liệu ma sát

Đây là một trong những ứng dụng rộng rãi của keo dán nhiệt rắn trong ngành công nghiệp ô tô. Ưu điểm chính của lớp lót phanh được gắn là có tuổi thọ lâu hơn do vật liệu phủ cao su mòn xuống tới má phanh kim loại chứ không phải chỉ tới các đầu phủ ngoài, diện tích tăng lên do loại được các đầu đinh.

Thành công trong quá trình gắn phụ thuộc vào việc kiểm soát các yếu tố của quá trình như độ sạch của lớp lót phanh, má phanh, sử dụng keo dán chính xác, quá trình sấy lớp phủ lót, tác dụng lực thích hợp và các điều kiện đóng rắn.

Nhìn chung, quá trình đóng rắn được thực hiện bằng cách đưa hệ qua lò khí nóng do đó nhiệt độ của đường gắn sẽ tăng đến 177°C và duy trì trong 20-25 phút cùng với áp lực 100 psi. Khi gắn các lớp lót phanh thay thế thì tăng áp suất lên 200-300 psi và tăng nhiệt độ đường gắn lên tới 260°C , do đó thời gian gắn giảm xuống còn 7 phút, nhưng cần phải kiểm soát chặt chẽ quá trình.

Các keo dán nhựa biến tính và cao su - nhựa được dùng để gắn các vật liệu ma sát. Hệ nhựa - cao su được dùng rộng rãi nhất là nhựa cao su nitrin-phenolic. Trong phương pháp kiểm tra lực xé, loại keo dán này cho lực 2500 psi ở nhiệt độ phòng và 600-900psi ở 204°C . Ngoài lực, các keo dán phải có hàm lượng rắn và độ nhớt được kiểm soát chặt chẽ để có thể đùn, phủ bằng trục lăn hay phun. Chúng cũng cần có độ ổn định lưu giữ tốt ở cả trạng thái khô và ẩm.

Các keo dán cao su nitrin - phenolic cũng được sử dụng rộng rãi để gắn các băng truyền. Đối với các băng hoặc các bề mặt chịu nhiệt độ cao hơn bình thường thì keo dán phenolic biến tính có độ bền nhiệt cao hơn thường sẵn có nhưng chúng có xu hướng giòn hơn và không chịu được tải đột ngột. Lực xé đặc trưng của keo dán phenolic biến tính có giá trị khoảng 2500psi ở nhiệt độ phòng, 1500-2000psi ở 204°C và 1000-1500psi ở 316°C .

8.13.1.3. Gắn thủy tinh vào kim loại

Việc gắn thủy tinh vào kim loại cho cửa sổ thông gió, cửa có cạnh dịch chuyển đòi hỏi keo dán cần có các đặc tính cấu trúc. Keo dán phải là loại nhiệt rắn và phải có độ co giãn thích nghi được độ giãn nở nhiệt khác nhau giữa thủy tinh và thép. Keo dán thích hợp nhất cho ứng dụng này là keo dán nhựa epoxy - cao su nitrin.

Keo dán được sản xuất ở dạng dải hình thành nên lớp màng giữa thủy tinh và thép. Sau khi lắp của sổ được đặt và gá, giữ ở 149-177°C trong 20-30 phút để đông rắn keo dán. Việc gia nhiệt có tác dụng rút ngắn thời gian đông rắn và cho phép quy trình sản xuất nhanh hơn.

8.13.1.4. Gắn các bộ phận của thiết bị

Việc gắn các bộ phận kim loại lớn như sàn ô tô được tiến hành liên tục. Các bộ phận như sàn, bộ phận lọc xăng... đều được lắp bằng cách gắn keo dán. Nhựa gắn là polyme tương tự như loại dùng để đúc bộ phận thân và kết hợp các sợi thủy tinh. Nhựa này được trộn với xúc tác và phủ lên thân, dính nhôm được dùng để giữ cố định bộ phận lại cho tới khi nhựa đông rắn ở nhiệt độ phòng. Cần phải mài phẳng bề mặt gắn để đảm bảo có bề mặt gắn sạch. Bất lợi lớn nhất của phương pháp này là đòi hỏi thời gian chuẩn bị bề mặt lâu hơn và thời gian đông rắn lâu hơn.

Gắn phần thân của các phương tiện quân sự và xe tải bằng nhôm đã được nghiên cứu với những thành công đáng kể, mặc dù tốc độ tiến hành là vấn đề. Các ưu điểm của quá trình này là sự hình thành liên kết liên tục và chống bụi và nước, khi thân bị bóp méo thì liên kết vẫn không bị hở hay đứt.

Trong những ứng dụng chịu tác dụng của nhiệt và lực, keo dán nhựa cao su là rất thích hợp và cho độ mềm dẻo mong muốn. Những ứng dụng ở nhiệt độ phòng và lực tiếp xúc thì vật liệu dán là keo dán tiếp xúc nhựa- neopren hoặc keo dán nhiệt rắn polyurethan hay epoxy.

Một ứng dụng đặc trưng của keo dán nhiệt rắn là gắn các phần lót cao su cho máy và các bộ phận chống rung khác. Trước đây keo dán cho ứng dụng này là các dung dịch cao su clo hóa gắn kim loại và cao su rất tốt. Trong những năm gần đây, nhu cầu đối với các keo dán kết hợp thích hợp với lực kéo căng tới 1000psi sau khi đông rắn ngày càng tăng. Khi gắn thép thì điều cần thiết là phải làm sạch bề mặt thép và bảo vệ thép bằng lớp phủ nhựa trước khi được gắn.

8.13.2. Ứng dụng của keo dán nhiệt dẻo

Các keo dán nhiệt dẻo không đòi hỏi tác dụng nhiệt hoặc xúc tác để đông rắn, mặc dù có thể tác dụng nhiệt để tăng tốc quá trình loại dung môi và nước. Chúng thường bao gồm cao su tự nhiên hay tổng hợp, nhựa vật liệu nhựa dầu và asphan. Có hai loại chính: keo dán phân tán trong dung môi và keo dán phân tán trong nước hay latex.

Keo dán trên cơ sở dung môi bao gồm elastome và nhựa được biến tính bằng chất hóa dẻo và chất tăng dính. Dung môi hoạt động như một tác nhân kiểm soát độ nhớt giúp keo dán dễ dàng sử dụng và kiểm soát thời gian mở cửa của keo dán. Điều quan trọng là phải loại được hoàn toàn dung môi, đặc biệt với bề mặt không xốp như kim loại hay cao su đặc. Đặc biệt chú ý khi dán vật liệu mà có thể loại các chất hóa dẻo, đẩy chúng xa khỏi vật liệu đang được gắn.

Ưu điểm của keo dán phân tán trong nước là loại được nguy cơ cháy, bền nhiệt, cho phép dùng trên nền trắng, không bị ảnh hưởng khi đưa qua thiết bị in và sơn. Keo dán phân tán trong nước dựa trên cơ sở phân tán asphan - nước và cao su tái sinh hoặc các polyme latex; hơn nữa chúng có thể sử dụng bằng phương pháp phun hay lăn.

8.13.2.1. Keo dán cho tấm cách nhiệt

Tấm cách nhiệt cao su xốp dùng để gắn cửa đã được dùng cho ô tô từ lâu. Ban đầu, phương pháp chính để gắn cao su xốp là dùng các keo dán nhiệt dẻo. Keo dán được gắn cho tấm cách nhiệt theo nhiều cách, nhưng có ba cách chính.

- *Hệ phủ một lớp.* Keo dán được đưa lên gờ cửa kim loại, sau khi dung môi đã bay hơi một phần và keo dán vẫn còn độ dính thì tấm cách nhiệt được gắn vào.
- *Hệ phủ lớp hoạt hóa lại.* Keo dán được đưa lên gờ cửa và lên cả tấm cách nhiệt rồi để cho khô. Keo dán trên tấm cách nhiệt hay kim loại sau đó được hoạt hóa lại bằng dung môi rồi gắn vào nhau.
- *Hệ phủ lớp không hoạt hóa lại.* Một keo dán tương tự dùng cho gờ cửa và tấm cách nhiệt. Việc gắn được thực hiện trước khi keo dán khô lại. Trong trường hợp này keo dán phải có thời gian để khô tương đối và có lực gắn ban đầu cao.

Keo dán thường được đưa lên bằng cách phun, lăn hay bằng tuýp bóp. Các keo dán phải được sử dụng chính xác bởi công nhân có tay nghề cao. Mặc dù trước đây các keo dán cao su tái sinh đã được dùng để lắp các tấm chống nóng, ngày nay các keo dán thỏa mãn nhất bao gồm keo dán trên cơ sở cao su neopren và nhựa phenolic biến tính. Chất tăng dính và dung môi khác nhau được dùng để kiểm soát thời gian khô, độ nhớt và lực gắn ban đầu.

8.13.2.2. Keo dán mỏng cho vải

Nhìn chung, việc bọc vải cho ghế và tấm dựa lưng chỉ đơn giản là hoạt động cơ học gồm kéo vải qua lớp nệm bọt và lò so, khâu lại ở phía sau.

Tuy nhiên, một số loại vải, đặc biệt là nylon được gắn vào một lớp bọt nhựa mỏng để giữ vải ở vị trí và cho cảm giác mềm, êm. Sau khi vải và đệm cao su được gắn với nhau, chúng được tác dụng nhiệt trong khoảng 1 phút để tạo liên kết đầy đủ.

Các keo dán mỏng cũng được sử dụng để gắn vinyl vào nhựa hay vinyl vào bọt để tạo các tay vịn. Mặc dù phần lớn các tay vịn gần đây được tạo ra bằng cách gắn trực tiếp polyurethan lên màng vinyl được tạo ra trong khuôn chân không, tuy nhiên vẫn có một số ứng dụng dùng các keo dán latex để gắn vinyl vào bọt.

8.13.2.3. Keo dán mỏng cho các ứng dụng khác

Có rất nhiều vị trí ở trong ô tô cần đến màng gắn, gắn lớp lót sợi cách âm, polyetylen và linoleum vào các bộ phận thân. Các lớp lót này thường chứa sợi dứa, rất hiệu quả để giảm âm, cách nhiệt. Keo dán nhựa trên cơ sở dung môi được phủ lên nóc và gắn lớp lót lên trước khi keo dán khô. Ngoài độ dính ban đầu phải cao, keo dán còn phải có độ bền nhiệt để không bị mềm khi chịu nhiệt của thiết bị phủ sơn.

Một vật liệu dùng rộng rãi để chế tạo bề mặt nền ô tô là linoleum. Keo dán dùng để gắn các bộ phận có linoleum vào kim loại là loại dung môi - nhựa - neopren. Các bộ phận được gắn vào nhau ngay sau khi sử dụng keo dán, sau đó được tác dụng nhiệt độ thấp đồng thời tác dụng nhiệt để tạo bề mặt gắn phẳng. Tương tự như vậy nóc ô tô được phủ bằng màng vinyl hỗ trợ. Keo dán latex được phun lên màng và bề mặt nóc. Màng được gắn và tác dụng lực bằng tay.

Lớp rèm chắn được lắp bằng cách phun hay phết keo dán dung môi - nhựa quanh cạnh của tấm cửa trong và ấn polyetylen vào vị trí bằng tay.

8.13.3. Sử dụng vật liệu bit và vật liệu cách âm

Yêu cầu chính của các vật liệu bit và cách âm là chúng gắn tốt và cố định ở vị trí trong suốt thời gian hoạt động của ô tô. Nhìn chung lực kết dính vật liệu như vậy là thấp hơn so với keo dán. Tuy nhiên, trái với keo dán chúng thường phải có đặc tính đặc biệt như khả năng gắn vào bề mặt dầu, không lún, đặc tính giãn nở nhiệt... Không dễ dàng có thể phân loại các vật liệu bit là nhiệt rắn hay nhiệt dẻo; tuy nhiên loại quan trọng nhất như các chất bit gắn giọt và các vật liệu bit via mỏng có đặc tính nhiệt rắn. Chúng cần phải đóng rắn khi xe được đưa qua lò đóng rắn sơn. Các vật liệu bit dựa trên hỗn hợp các polyme dẻo, vật liệu đàn hồi và asphan, hơn nữa chúng cũng chứa các chất độn và tác nhân biến tính khác, đặc biệt là tác nhân sol gel thuận nghịch.

Vật liệu dệt và cách âm ngày nay chứa 100% rắn; và có thể bơm được. Chúng được sử dụng bằng tay hay bằng súng bơm.

8.14. Vải không dệt

Việc sản xuất len phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính hướng của sợi len. Tuy nhiên, vải không dệt có cấu trúc được tạo bởi sự hình thành các liên kết bền vững nơi các sợi riêng biệt được gắn với nhau. Việc gắn này có thể thực hiện bằng cách xử lý nhiệt tổ hợp sợi chứa một phần nhỏ các sợi nhựa nhiệt dẻo hay bằng cách sử dụng một chất liên kết polyme.

Vải không dệt có ưu điểm là chúng có thể được tạo ra từ hầu hết các loại sợi, với nhiều hệ liên kết. Bằng cách chọn thích hợp tổ hợp sợi và hệ kết dính, có thể tạo ra hàng loạt sản phẩm. Việc xác định mục đích sử dụng là yếu tố quan trọng cho thành công của vải.

Sợi len và các vải không dệt có nhiều tính chất giống nhau. Chúng đều có cấu trúc đồng đều và không dệt, do đó thích hợp cho nhiều ứng dụng khác nhau. Các sản phẩm đều xốp và ứng dụng của nó làm vật liệu lọc trở nên rất quan trọng.

Do không có cấu trúc đan ở vải nên chúng có độ căng đáng kể. Với việc chọn chất gắn kết thích hợp, vải kéo căng có khả năng hồi phục giãn cao. Đặc điểm này chính là lý do cho việc sử dụng vải không dệt làm nền của màng vinyl. Màng vinyl với nền không dệt có lực căng tốt nên có thể làm mỏng. Rất nhiều các ảnh hưởng không bình thường có thể tạo ra qua hoạt động in và các hoạt động hoàn thiện khác.

8.14.1. Chọn sợi hay tổ hợp sợi

Việc chọn sợi để tạo vải không dệt được kiểm soát bởi rất nhiều yếu tố trong đó gồm: các đặc tính hoàn thiện mong muốn, giới hạn tài chính và các đặc điểm xử lý. Rất nhiều loại sợi chứa tổ hợp ba hay nhiều hơn các loại sợi cơ bản. Các sợi đang được dùng ngày nay gồm: bông, visco, nylon, tơ nhân tạo, tơ axetat. Rất nhiều loại vải không dệt đã được tạo ra từ sợi tái sử dụng. Độ dài sợi đóng vai trò quan trọng. Tỷ lệ nhất định sợi có độ dài từ dài đến trung bình là mong muốn để cải thiện đặc tính sử dụng của mạng. Do hầu hết các thiết bị tạo mạng cho sản lượng thấp do đó ảnh hưởng của tổ hợp sợi lên tốc độ sản xuất cần phải được xem xét.

Sợi bông và tơ nhân tạo chiếm 90-95% tổng số. Tuy nhiên các sợi tổng hợp mới đang ngày càng chiếm lĩnh và cho đặc tính mà các xenulozo không hoàn toàn có được. Nylon và axetat là hai loại thường được sử dụng nhất.

Vài năm trở lại đây đã chứng kiến sự tăng lên đáng kể các loại sợi tổng hợp mới như acrylic, polyeste, polyamit và sợi vô cơ dùng để tạo vải không dệt. Ưu điểm của các loại sợi này bao gồm: đặc tính bền hóa học và cách điện tốt, ít nhăn, độ đàn hồi tốt, bền nhiệt và ánh sáng.

8.14.2. Chọn và trộn hợp vật liệu gắn kết

Sự tăng trưởng nhanh chóng của ngành công nghiệp vải không dệt đã tạo nên sự phát triển mạnh mẽ tác nhân gắn kết hóa học mới. Bất cứ sợi gì hay bất cứ phương pháp chế tạo nào thì cũng có chất gắn kết độ bền tương đương với vải. Tác nhân gắn kết có thể được phân loại theo các nhóm sau:

- Hệ kết dính nhũ tương.
- Hệ kết dính dung dịch.
- Các sợi nhiệt dẻo hay sợi nhạy nhiệt.
- Các nhựa bột nhiệt rắn và nhiệt dẻo.

Trong một số ứng dụng hệ gắn kết có thể là sự kết hợp của hai hay nhiều hệ ở trên.

Tác nhân gắn kết cũng làm tăng đáng kể trọng lượng của vải không dệt. Yếu tố chính cần xem xét khi chọn lựa chất gắn kết cho vải không dệt bao gồm: (1) Hạn chế của thiết bị sấy, (2) Mục đích sử dụng, (3) Tổ hợp sợi sẽ dùng, (4) Giá thành và tính kinh tế của vật liệu gắn kết, (5) Khả năng ổn định cơ học, cỡ hạt, đặc tính gắn kết, (6) Kiểu gắn kết và khả năng gắn kết nhiệt, (7) Mức bám chặt và độ mềm tạo ra cho vải, (8) Hoạt động chuyên dịch của chất kết dính, (9) Độ bền tia cực tím và nhiệt, (10) Độ bền mài mòn, dung môi và nước.

Trên cơ sở hàm lượng chất gắn kết có thể chia làm hai loại vải không dệt chính: (1) chứa thấp hơn 25% hàm lượng vật liệu gắn kết rắn trên cơ sở tổng khối lượng của sợi; và (2) chứa từ 30-300% hàm lượng vật liệu gắn kết rắn trên cơ sở tổng khối lượng của sợi. ở loại (1) thì đặc tính sợi đóng vai trò chủ yếu và hình thành nên lực của hệ. ở loại (2) sợi có chức năng là chất mang chất gắn kết không chỉ là keo dán mà còn là tác nhân tạo khối. Hầu hết vải không dệt là ở loại (2) và không cho phép sử dụng sợi rẻ tiền làm ảnh hưởng đến các đặc tính sử dụng cuối cùng.

Một hệ gắn kết chuẩn cần phải có các đặc điểm sau:

- Độ bền tương đương độ bền của vải.
- Vị trí của vật liệu gắn kết. Nếu có thể đưa vật liệu gắn kết chỉ vào vị trí tiếp xúc giữa các sợi thì sẽ giảm được lượng vật liệu gắn kết mà không giảm độ bền của vải. Nếu phủ đủ chỉ lớp mỏng vật liệu gắn

kết lên toàn bộ bề mặt sợi thì cũng sẽ làm tăng giá thành và khối lượng của vải, đây là điều không mong muốn.

- Lực gắn riêng vào sợi phải cao. Với sự sẵn có hiện nay thì lực gắn riêng không phải là vấn đề đáng ngại.
- Nó phải có khả năng hồi phục co giãn và phải hồi phục lại độ dài ban đầu sau khi nó bị kéo căng.
- Các yếu tố khác: Yêu cầu sử dụng cuối cùng của vải không dệt sẽ quyết định đặc điểm nào sau đây là quan trọng: (a) Bền ánh sáng mặt trời, bền tẩy rửa, (b) bền cấu trúc cao, (c) không mất màu trong quá trình sử dụng.

8.14.2.1. Hệ kết dính nhũ tương

Hệ nhũ tương trên cơ sở nước là loại vật liệu gắn kết được dùng nhiều nhất trong chế tạo vải không dệt. Vật liệu tổng hợp dùng để tạo hệ gắn kết nhũ tương là loại nhiệt rắn hoặc nhiệt dẻo.

Ngoài latex cao su tự nhiên thì có ít nhất 20 loại latex tổng hợp hóa học. Một số latex chứa các polyme, copolyme, terpolyme, hay copolyme ghép bao gồm: butadien - styren, butadien - acrylonitrin, polybutadien, polystyren, neopren, acrylic polyme, polyamit, polyeste, flocacbon polyme, vinyl axetal, vinyl clorua polyme, vinyl ete, vinyl pyridin polyme, vinyliden clorua polyme, tổ hợp nhựa cao su polyme và các polyme loại cacboxyl liên kết ngang.

Trong số các loại polyme tổng hợp này, các loại được sử dụng nhiều trong sản xuất vải không dệt là: butadien styren, butadien acrylonitril, polyvinyl axetat, các acrylic và polyvinyl clorua. Người ta ước tính rằng loại butadien - styren, cả nhựa và cao su chiếm tới 50% tổng số nhu cầu sử dụng latex.

Latex butadien-styren: polyme trên cơ sở butadien styren có lợi ích kinh tế lớn trong công nghiệp. Các polyme này có nhiều đặc tính khác nhau từ mềm tới cứng và có độ dính khác nhau. Chúng cứng, bền và tương hợp với nhiều loại nhựa và tác nhân biến tính. Tính chất liên quan trực tiếp tới tỷ lệ styren polyme hóa với butadien, styren đóng góp vào độ cứng và butadien tạo độ mềm.

Các latex butadien - styren là chất kết dính hiệu quả cho các sợi vải. Nhìn chung, latex nên có khoảng trên 50% styren và được coi là chất kết dính latex loại nhựa.

Công thức đặc trưng dùng nhựa latex là:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Butadien - styren latex	100	48	208
Nhũ tương ^a	1	60	1.7
Phân tán chất màu ^b	5-10	50	10.20

^a Nên sử dụng chất chống oxy hóa để đảm bảo độ bền nếu latex không chứa chất chống oxy hóa. ^b Lượng sẽ thay đổi tùy thuộc vào loại chất màu sử dụng

Nhờ sử dụng phương pháp đông rắn truyền thống có thể làm tăng đáng kể độ bền tẩy rửa của chất gắn kết butadien - styren latex. Công thức đặc trưng như sau:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Butadien-styren latex	100	48	208
Kẽm oxit (phân tán)	5	50	10
Lưu huỳnh (phân tán)	1.45	73	2.0
Lưu huỳnh (nhũ tương)	1.0	60	1.7
Twin 80 (phân tán)	2.0	30	4.0

Hàm lượng rắn = 46.5%

Đóng rắn 2-4 phút ở 138°C sau khi nền vải đã khô

Có thể thay đổi rất nhiều các tỷ lệ latex butadien - styren khác nhau. Chúng có thể là latex có styren cao tới latex dạng cao su tùy theo yêu cầu sử dụng.

Cũng có thể kết hợp 5-10 phần nhựa melamin (theo tỷ lệ khô) để tăng lực dán cho sợi tổng hợp.

Latex butadien - acrylonitrin. Sự co polyme hóa butadien và acrylonitrin tạo ra rất nhiều loại latex nitrin tùy theo lượng monome sử dụng. Các copolyme acrylonitrin có độ bền hydrocacbon và các dung môi khác dùng sau khi giặt khô và có các đặc tính gắn kết tốt. Các latex này có độ bền xé rất tuyệt khi dùng trên nền xenlulo và sợi tổng hợp.

Có thể kết hợp một copolyme của tổ hợp butadien - acrylonitrin với một polyvinyl clorua copolyme để tạo nên các chất gắn kết thích hợp. Công thức đặc trưng như sau:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Latex butadien - acrylonitrin	80	42.5	186.6
Polyvinyl clorua copolyme	20	52.0	38.5

Hàm lượng rắn = 44.5%

Các nền bão hòa cần phải được sấy và tác dụng nhiệt nóng chảy từ 149-177°C trong 1 phút.

Có thể dùng tỷ lệ latex acrylonitrin trung bình hay cao. Nếu dùng tỷ lệ latex acrylonitrin cao thì giá thành thấp và sản phẩm mềm hơn nhưng sẽ có độ bền dầu và dung môi thấp hơn. Nhờ thay đổi tỷ lệ latex acrylonitrin và vinyl clorua, có thể có được các đặc tính vật lý với độ mềm, cứng khác nhau. Tăng hàm lượng latex polyvinyl clorua sẽ cho sản phẩm cứng hơn nhưng sẽ tăng lực kéo căng cả ở điều kiện ẩm và khô.

Hàm lượng rắn có thể điều chỉnh bằng cách đưa thêm nước mềm để thu được hàm lượng chất gắn kết mong muốn trong sản phẩm vải tạo ra.

Cũng có thể đưa thêm tác nhân chống tạo bọt nếu bọt quá nhiều. Các silicon chống bọt là rất hiệu quả và có thể đưa vào với tỷ lệ 0,1% so với tổng khối lượng ẩm. Các tác nhân đóng rắn cũng có thể bổ sung vào để tạo đặc tính như tăng độ bền dầu hay dung môi. Nếu cần thiết, đặc tính làm ẩm của vật liệu cũng được cải thiện bằng cách đưa thêm chất hoạt động bề mặt như Span 80, Twin 60... Chất màu cũng có thể được đưa thêm vào để tạo màu sắc khác nhau.

Hệ kết dính đề cập phù hợp cho nền sợi bông hoặc tổ hợp tơ và bông. Sản phẩm tạo ra được dùng cho ngành công nghiệp làm giặt lau, vải lọc, vải lau rửa cửa sổ...

Có thể thay đổi công thức đầu tiên để tạo vật liệu gắn kết dùng cho vải không dệt với những ứng dụng khác:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Latex butadien - acrylonitrin	60.0	42.5	141.2
Latex polyvinyl clorua	30.0	52.0	57.7
Nhũ tương dicapryl phtalat	10.0	50.0	20.0

$$\% \text{ tổng rắn} = 45.5$$

Các chất dẻo hóa thích hợp khác bao gồm TOP và DOP. Việc chọn chất hóa dẻo phụ thuộc một phần vào khả năng bay hơi tối thiểu của nó trong quá trình sấy và chảy.

Việc sấy cần phải thực hiện ở 149-176°C trong 0,5-1 phút.

Việc sử dụng hệ gắn kết này cho nền bông hay tổ hợp bông tổng hợp có thể tạo ra vải phù hợp để phủ hay cán. Tùy theo từng ứng dụng. Hệ gắn kết này có khả năng gắn tốt vào màng vinyl nhờ sử dụng phương pháp cán nhiệt, gắn điện hay các phương pháp kết hợp khác.

Tổ hợp latex butadien - acrylonitrin đóng rắn. Có thể sử dụng các phương pháp kết hợp butadien -acrylonitrin bình thường để đóng rắn.

Công thức đặc trưng như sau:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Butadien - acrylonitrin latex	100.0	42.5	235.6
Amoni caseinat (dung dịch 10%)	1.5	10.0	15.0
Nhựa melamin	12.0	80.0	15.0
Xúc tác melamin	0.6	35.0	1.7
Lưu huỳnh (phân tán)	1.0	73.0	1.4
Titan dioxit (phân tán)	8.0	50.0	16.0
Kẽm oxit (phân tán)	3.0	50.0	6.0
Mecapto benzothiazol	2.0	50.0	4.0
Dithiocacbammat	1.0	50.0	2.0

% tổng hàm lượng rắn = 42.0

Cazeinat là tác nhân phân tán hiệu quả và cũng là chất ổn định, tăng cường hiệu quả của hệ phân tán đông rắn.

Điều chỉnh hàm lượng rắn bằng nước mềm để kiểm soát mức độ sấy.

Khó có thể đưa ra được điều kiện đông rắn chính xác bởi vì quá trình đông rắn và sấy thường xảy ra trong cùng thời gian. Tốc độ sấy thay đổi với mỗi lò sấy khác nhau. Không nên đưa nhiệt độ lên quá 104°C cho tới khi nền khô. Tại nhiệt độ này quá trình đông rắn mất khoảng 15-20 phút. Nhiệt độ cứ tăng lên 1 độ sẽ giảm thời gian đông rắn xuống khoảng một nửa. Để hiệu quả thì sau khi nền khô nên để trong lò thêm khoảng 2 phút ở 138°C .

Công thức vật liệu gắn kết này thích hợp cho các nền nylon hoặc tổ hợp nylon. Vải này được dùng để may quần áo. Với các tính chất tương tự như crinolin nhưng bền hơn nên nó có thể sử dụng để lau chùi khô. Cả phương pháp làm sạch bằng pecloetylen có thể được dùng bởi các latex này có độ bền dung môi rất cao.

Sự thay đổi các tổ hợp sợi khác nhau, tỷ lệ sợi/chất kết dính, xử lý hoàn thiện vải được thực hiện để đáp ứng các yêu cầu khác nhau của thị trường.

Phương pháp đông rắn lưu huỳnh truyền thống thường được sử dụng để tăng độ bám dính của vật liệu kết dính vào sợi tổng hợp. Nhựa nhiệt rắn trong hệ latex đã được sử dụng từ nhiều năm nay cho mục đích này, người ta nhận thấy rằng chúng cũng có hệ lưu hóa tương tự như hệ đông rắn lưu huỳnh. Thêm vào đó chúng còn cải thiện độ bền nhiệt và ánh sáng cho chất gắn kết latex.

Công thức đặc trưng như sau:

	Khối lượng khô	% rắn	Khối lượng ẩm
Butadien - acrylonitrin latex	100.0	42.5	235.6
Amoni caseinat (dung dịch 10%)	1.5	10.0	15.0
Nhựa melamin	12.0	80.0	15.0
Xúc tác melamin	0.6	35.0	1.7
S (phân tán)	1.0	73.0	1.4
Titan dioxit (phân tán)	8.0	50.0	16.0
Kẽm oxit (phân tán)	3.0	50.0	6.0
Mecapto benzothiazol	2.0	50.0	4.0
Dithiocacbammat	1.0	50.0	2.0

% tổng rắn = 40.8

- *Polyme acrylic.* Các polyme trên cơ sở acrylic monome như metyl acrylat, etyl acrylat, metyl metacrylat...

Các acrylic polyme được hóa dẻo và có thể đạt được các mức độ ổn định nền khác nhau. Tỷ lệ monome là yếu tố quyết định cho các đặc tính cứng hay mềm của màng. Các polyme này cho độ bền cơ rửa khô tốt. Độ bền cũng có thể được tăng cường bằng cách sử dụng các nhựa nhiệt rắn. Polyme này có độ trong, bền ánh sáng, nước và dung môi.

- *Polyvinyl axetat.* Các nền gắn bằng polyvinyl axetat có độ co giãn thấp, khả năng hồi phục tương đối kém và độ bám dính vào các sợi tổng hợp thấp, tốc độ lau chùi từ thấp tới trung bình.
- *Polyme vinyl clorua.* Các polyme của vinyl clorua có sự biến đổi màu sắc đáng kể và độ cứng tăng lên nếu không sử dụng chất ổn định. Do polyme polyvinyl - clorua không bền oxy hóa nên gây mất màu và độ cứng. Nghiên cứu gần đây với các copolyme ghép đã phát triển các loại polyme mới với tính chất cải thiện, bền tia cực tím và nhiệt.

Các polyme polyvinyl - clorua cho độ giãn dài thấp và độ bền kéo tương đối tốt. Khả năng lau chùi khô của loại này từ trung bình tới cao mặc dù tốc độ giặt trong nhiều trường hợp là chậm.

8.14.2.2. Dung dịch kết dính

Các hệ kết dính dung dịch bao gồm cả hệ lỏng và hệ dung môi hữu cơ. Các chất như tinh bột, polyvinyl ancol, amylozo, nhựa, alginat và xenlulo xantogenat có thể được tạo ra ở dạng dung dịch và sử dụng cho nền sợi. Các dung dịch sản xuất vài không dệt có độ bền trước sự phân hủy của nước. Các dung dịch này thường được dùng như là các chất

mang cho một chất kết dính sau đó dung môi được loại bỏ còn lại lớp kết dính polyme. Trong một số trường hợp chính các dung môi thực hiện chức năng là chất gắn kết. Sợi đã được làm mềm có thể được ấn với nhau, hình thành mạng liên kết sợi-sợi. Dung dịch nhựa nhiệt rắn như silicon và nhựa phenolic cũng được dùng để gắn kết sợi vô cơ thành mạng. Vật liệu gắn kết này có giá thành cao nhưng cần thiết cho các ứng dụng chịu nhiệt và cách điện.

Phân tán xenlulo như đồng - amoni xenlulo hay xanthat thì có phần phức tạp hơn so với hầu hết các tác nhân kết dính khác. Vải gắn xenlulo có độ bền cao khi ẩm. Tác nhân kết dính không tan trong dung môi hữu cơ và hầu hết dung môi vô cơ. Hơn nữa, xenlulo không mùi, không vị, không độc và không bị mềm ở nhiệt độ cao.

8.14.2.3. Gắn sợi nhựa nhiệt dẻo

Sợi nhựa nhiệt dẻo có thể được dùng làm các vật liệu kết nối. Sợi nhựa nhiệt dẻo được kết hợp với sợi xenlulo và sau đó trải thành mạng. Mạng được đưa lên trên trục lăn tác dụng nhiệt để làm mềm sợi nhựa nhiệt dẻo, do đó gắn toàn bộ mạng với nhau. Sợi nhựa nhiệt dẻo có điểm nóng chảy thấp hơn sợi cơ bản và thường chiếm 10-30% tổng khối lượng sản phẩm vải hoàn thiện.

Sợi được sử dụng rộng rãi theo phương pháp này là copolyme vinyl clorua - vinyl axetat và xenlulo axetat. Điểm mềm của các copolyme vinyl clorua - vinyl axetat là 77°C. Các sợi nhựa nhiệt dẻo khác được dùng là polyvinyl clorua, polyetylen, các copolyme, vinyliden clorua polyme và sợi polyeste. Việc lựa chọn sợi nhựa nhiệt dẻo là rất quan trọng để tạo được sản phẩm vải không dệt với đặc tính mong muốn. Người ta nhận thấy vải tốt nhất được tạo ra khi sợi gắn kết và sợi cơ bản có tính chất hóa học giống nhau.

8.14.2.4. Bột nhựa nhiệt rắn và nhiệt dẻo

Nhựa nhiệt rắn và nhiệt dẻo có thể được sử dụng ở dạng bột với vai trò là chất kết dính giống như nhựa nhiệt rắn. Bột được sử dụng lên sợi trong quá trình hình thành mạng. Liên kết được hình thành khi mạng được đưa qua trục lăn nóng để tạo thành sản phẩm vải không dệt. Chỉ phải thực hiện khối lượng công việc nhỏ để tạo được hệ gắn kết bột. Khó khăn lớn nhất khi sử dụng bột là thường bay ra khỏi mạng trước khi nhiệt được tác dụng và thường khó có thể phân bố đều được bột. Bột nhựa nhiệt dẻo như copolyme của vinyl clorua và vinyl axetat có thể được sử dụng hiệu quả. Các nhựa này thường chiếm 15-30% tổng khối lượng vải hoàn thiện.

Các bột nhựa nhiệt dẻo như melamin, melamin - ure, ure - focmandehit và phenol - focmandehit cũng được dùng trong ứng dụng này.

8.14.3. Thiết bị tạo mạng

Việc lựa chọn thiết bị tạo mạng sẽ phụ thuộc vào loại vải không dệt cần được chế tạo. Có hai cấu trúc sợi cơ bản để tạo vải không dệt: cấu trúc mạng một chiều và cấu trúc mạng ngẫu nhiên. Ở cấu trúc dạng một chiều sợi được đặt song song tạo ra sản phẩm vải không dệt có độ bền theo chiều dọc sợi rất cao, nhưng độ bền theo chiều kia lại rất yếu. Trái lại, ở cấu trúc sợi ngẫu nhiên thì sợi không được đặt song song đó đó tạo ra vải với lực ở các chiều ngang nhau. ở loại thứ ba, cấu trúc sợi theo hai chiều chéo nhau. Loại này nhằm đạt được độ bền cao theo cả hai chiều. Tận dụng cấu trúc một chiều, trước tiên người ta đặt một lớp mạng theo chiều dọc, sau đó đặt tiếp một lớp theo chiều ngang. Yêu cầu thiết bị chế tạo loại vải cấu trúc hai chiều chéo nhau phải giống hệt như cho cấu trúc một chiều nhưng thay đổi vị trí đặt của thiết bị để đạt được mạng hình thành như mong muốn. Vải có cấu trúc một chiều và hai chiều chéo nhau được sản xuất trên thiết bị truyền thống. Trong quá trình sản xuất đòi hỏi phải có thiết bị mở, nhấc và trải sạch.

Hai hoạt động đầu tiên là mở và nhấc. Trước tiên sợi được lấy ở dạng kiện, sau đó chúng phải được mở ra và làm sạch, được chuyển tới thiết bị nhấc để đưa vào thiết bị trải. Việc trải có tác dụng làm sợi sạch hơn và tạo mạng rất nhẹ với các sợi song song nhau, mạng thường có trọng lượng từ 0,043-0,215 g/cm².

Mạng trải hình thành nên nền cơ bản của vải cấu trúc sợi theo một chiều và hai chiều chéo nhau. Với vải cấu trúc sợi một chiều thì các mạng được đặt chồng lên nhau cùng chiều và số lớp mạng tùy theo yêu cầu sử dụng. Còn loại vải cấu trúc sợi hai chiều thì các lớp mạng được đặt chồng lên nhau nhưng theo chiều chéo nhau.

Ưu điểm chính của vải cấu trúc sợi một chiều và hai chiều chéo nhau là các thiết bị sử dụng đều giống nhau và nhà sản xuất không cần phải chế tạo thiết bị hoàn toàn xa lạ với mình. Tuy nhiên với thiết bị này, nhà sản xuất chỉ giới hạn sản xuất cho những ứng dụng không yêu cầu độ bền nhiều chiều khác nhau và họ không thể thâm nhập vào nhiều thị trường mà loại vải không dệt đã giành được thành công đáng kể.

Loại cơ bản thứ hai là vải có cấu trúc sợi ngẫu nhiên, do vậy các yêu cầu thiết bị thay đổi hoàn toàn. Phải tránh không để các sợi xếp song song nhau hoặc ít nhất là chỉ giới hạn ở thời điểm ban đầu sau đó các sợi phải được chuyển theo các chiều khác nhau. Cũng có thể sử dụng các

thiết bị nhấc và trải để làm sạch sợi và tách khối sợi cuộn với nhau. Việc tạo mạng ngẫu nhiên được thực hiện bằng phương pháp khí động lực. Sợi được kéo bằng áp lực khí và sau đó được chuyển tới thiết bị gắn sợi. Với thiết bị trên có thể thực hiện cả chức năng mở và làm sạch, nhưng trong một số trường hợp cần thiết phải có thiết bị mở và trải.

Một phương pháp khác chế tạo vải loại cấu trúc sợi ngẫu nhiên là hệ lồng. Sợi được đưa vào môi trường lồng và trải lên nền xốp. Có thể sử dụng thiết bị sản xuất giấy để tạo vải không dệt, nhưng với sợi vải thì vấn đề khó khăn là làm thế nào có thể phân tán chúng chính xác. Các sợi thường được cắt ngắn (0,635 cm hay ngắn hơn) để có thể đảm bảo quy trình chính xác. Phương pháp này tạo được vải đồng đều hơn và tốc độ nhanh hơn, tuy nhiên do phải dùng các sợi ngắn hơn nên nó không được sử dụng rộng rãi bằng phương pháp trên.

Ưu điểm chính của vải không dệt cấu trúc sợi ngẫu nhiên là chúng có độ bền cao theo nhiều hướng. Đặc điểm này giúp cho chúng có thể thâm nhập vào các thị trường mà loại vải theo chiều không được sử dụng và chắc chắn rằng loại vải không dệt có cấu trúc sợi ngẫu nhiên sẽ ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn trong tương lai. Vấn đề chính là phải sử dụng các thiết bị hoàn toàn khác nhau cho các loại sợi khác nhau. Tuy nhiên với sự sẵn có của thiết bị bày bán trên thị trường thì vấn đề này không còn đáng ngại.

8.14.4. Thiết bị kết dính mạng

Sau khi đã được tạo mạng mong muốn thì sợi phải được gắn kết với nhau bằng chất kết dính phù hợp. Chất kết dính có thể được sử dụng ở dạng dung dịch, nhũ tương hay phân tán, hoặc chúng có thể được đưa vào mạng ở dạng sợi nhựa tan trong dung môi hay nhựa nhiệt dẻo. Cũng tương tự như quá trình hình thành mạng, mỗi loại vải không dệt khác nhau cũng cần đến các thiết bị khác nhau. Với chất gắn kết dạng lỏng thì có ba phương pháp gắn cơ bản được sử dụng: không liên tục, liên tục và phun. ở dạng không liên tục, một lượng xác định vật liệu kết dính được sử dụng lên mạng và không được phân bố. Vải không dệt tạo ra theo phương pháp này thường có dưới 50% mạng được gắn. Kết quả là có ít điểm gắn sợi - sợi. Với phương pháp này thì vải có độ bền xé thấp, đặc biệt đối với vải theo chiều. Loại vải gắn không liên tục này dùng cho những ứng dụng như khăn trải bàn, khăn ăn, rèm cửa...

Vải không dệt gắn liên tục có xu hướng thể hiện nhiều hơn các đặc tính của vật liệu được gắn. Vì lý do này cần phải quan tâm nhiều hơn đến vấn đề chọn lựa các hệ gắn kết sử dụng để có thể đạt được đặc tính vải mong muốn.

Loại vải gắn liên tục thường được đưa vào một bể thấm keo dán, sau đó được vắt để loại bỏ phần dư và được đưa lên băng chuyền để chuyển tới lò sấy. Thiết bị gắn keo dán là một bộ phận hết sức quan trọng, nếu không hoạt động tốt thì dù mạng sợi rất chuẩn cũng có thể bị hỏng. Do không sẵn có trên thị trường nên hầu hết các nhà sản xuất phải tự chế tạo thiết bị gắn keo cho mình.

Phương pháp gắn liên tục này cho sản phẩm vải không dệt với lớp keo dán liên tục. Phương pháp này tạo ra các sản phẩm như: vải trang trí, vải lót, vải cho màng vinyl, vải lọc, vải lau cọ, đánh bóng...

Phương pháp phun vật liệu gắn kết tạo sản phẩm vải không dệt có khối lượng lớn. Việc phun được thực hiện bằng cách chuyển mạng sợi ngẫu nhiên lên băng chuyền qua ngăn phun với tốc độ tương đương với tốc độ mạng được tạo ra. Súng phun được chuyển đi chuyển lại theo chiều ngang của mạng.

Có thể gắn tới bốn đầu vòi phun trên thiết bị này. Tốc độ chuyển được kiểm soát bằng lượng keo dán mong muốn đưa lên mạng. Cần phải điều chỉnh cẩn thận độ cao của đầu vòi phun phía trên mạng và áp lực phun để đạt được mức độ thấm keo mong muốn. Thường thì qua lượt phun đầu tiên, độ dày đạt được bằng một nửa mạng. Mạng sau đó được sấy và đông rắn như mong muốn.

8.14.5. Thiết bị sấy

Khi sử dụng tác nhân kết dính dạng lỏng thì nhất thiết phải sử dụng một số loại thiết bị sấy.

Cần phải xem xét một số yếu tố để có thể lựa chọn thiết bị sấy phù hợp nhất với vải không dệt:

- Mạng khi lấy ra từ thiết bị gắn không có lực và thường được đỡ trên dây băng chuyền qua thiết bị sấy.
- Sự chảy của vật liệu gắn là một vấn đề và có thể giải quyết được bằng cách hạ nhiệt độ ban đầu xuống thấp và để khí chuyển dịch chậm. Trong thiết bị sấy khí thì các giai đoạn đầu cần phải giới hạn ở nhiệt độ 93-127°C. Phải để 50% lượng nước bay hơi trước khi đưa mạng tiếp xúc với nhiệt độ trên 149°C. Trong trường hợp các polyme nhiệt dẻo được sử dụng kết hợp với nhựa nhiệt rắn thì phải tác dụng nhiệt trên 138°C để cho nhựa nhiệt rắn tự liên kết với nhau, với sợi và cả polyme nhiệt dẻo.
- Lực kéo căng trong quá trình sấy sẽ làm biến dạng mạng và làm mất khả năng co giãn của nó.

8.14.6. Thiết bị hoàn thiện

Sau khi vải không dệt được sấy nó có đủ lực và có thể sử dụng như loại vải đan truyền thống. Các hoạt động như cán, cán tráng hoàn thiện có thể được tiến hành để đạt được các đặc tính mong muốn. Có thể tiến hành nhuộm, in và các hoạt động hoàn thiện khác.

Vải không dệt thường được chế tạo chủ yếu cho các ứng dụng với thời gian tương đối ngắn. Giá thành của chúng ở khoảng giữa giá của loại giấy cao cấp và loại vải đan trung bình. Điều kiện này cho phép sử dụng thiết bị nhuộm với giá thành thấp. Thường thì có thể kết hợp nhuộm màu luôn vào chất kết dính. Do kết hợp màu nhuộm dạng dung dịch nên màu vải có độ bền ánh sáng, cọ rửa và nước muối. Vải không dệt cũng có thể được nhuộm hay in theo cách giống như đối với vải đan hay dệt.

8.14.7. Kiểm tra

Có rất nhiều phương pháp kiểm tra đã được tiến hành để xác định các tính chất vật lý và hóa học của vải không dệt. ASTM đã thiết lập phương pháp kiểm tra tiêu chuẩn cho vải không dệt. Một số phương pháp kiểm tra thường dùng trong thương mại đã được thiết lập bởi các nhà sản xuất nhưng chỉ giới hạn sử dụng cho loại vải riêng của họ.

Cũng như đối với các sản phẩm đan, một số phương pháp kiểm tra đã được sử dụng với mục đích đánh giá khả năng thích hợp của chúng cho mục đích cuối cùng và cho mục đích kiểm soát sản xuất. Các phương pháp kiểm tra bao gồm: trọng lượng, lực kéo căng, lực xé, độ giãn dài, tất cả đều là các thiết bị kiểm tra tiêu chuẩn dùng trong ngành dệt may.

Ngoài các phương pháp kiểm tra này các nhà sản xuất còn phải xác định sâu hơn nữa sản phẩm của họ. Ví dụ đối với vải công nghiệp thì cần phải đánh giá lực rách Mullen, độ mài mòn, tạo khối, bền nhiệt... Mặc dù tất cả các phương pháp kiểm tra này đều rất quan trọng nhưng chưa có phương pháp nào thực sự thỏa mãn.

Sự phát triển của lĩnh vực may mặc, quần áo đòi hỏi cần phải có nhiều hơn nữa các phương pháp kiểm tra. Ngoài phương pháp kiểm tra đã đưa ra, các nhà sản xuất còn cần phải quan tâm đến các đặc tính như khả năng giặt, khả năng giặt khô, khả năng cháy, độ thoáng khí, độ co, nhăn, khả năng khâu may. Tất cả đặc tính này đều rất quan trọng đối với các sản phẩm may mặc, đôi khi cũng quan trọng cả với sản phẩm không phải đồ may mặc.

Một đặc điểm cần hết sức quan tâm đối với vải không dệt đó là chúng có xu hướng tách thành lớp. Phương pháp kiểm tra khả năng tách lớp đang được đánh giá bởi ASTM để giới hạn đặc tính này theo thuật ngữ chuẩn.

8.14.8. Ứng dụng của vải không dệt

Các tính chất vật lý và đặc tính thẩm mỹ các loại vải không dệt có thể rất khác nhau tùy thuộc vào chất gắn kết và vào loại sợi dùng làm chất gắn kết.

Vải không dệt được chia thành ba loại cơ bản: loại dùng một lần, loại bán bền và loại bền. Những loại dùng một lần bao gồm: khăn ăn, vải y tế, miếng lót vải, khăn vệ sinh, khăn lọc. Loại bán bền dùng trong: khăn trải bàn, vải đánh bóng giày, rèm cửa.

Ứng dụng của loại vải bền là nhiều nhất, loại này quan trọng và có giá thành cao nhất trong ba loại. Các ứng dụng bao gồm: quần áo, lớp lót bên trong, lớp nền cho vải phủ vinyl và màng vinyl, loại vải lau chùi trong gia đình và trong công nghiệp, cách nhiệt và cách điện, vải lọc, lót giấy, gia cường cho các tấm cán chịu áp suất cao và thấp...

Vải không dệt có ba ưu điểm so với loại vải đan, chúng cung cấp:

- Các ảnh hưởng khác nhau nhờ kết hợp các đặc điểm như: độ mềm dẻo, khả năng hồi phục trạng thái ban đầu, độ xốp, không bị nhăn, khả năng giặt dễ dàng và khả năng giặt khô.
- Phương pháp cải tạo vải loại và sợi khác không thích hợp để se thành sợi.
- Phương pháp dệt sợi thành vải với giá thành thấp hơn.
- Loại vải không dệt thường có lực phủ và khối ít hơn hai lần so với loại vải đan cùng trọng lượng. Các đặc tính khác của vải không dệt là: hình thức (có thể dạng giấy, dạng ni hoặc dạng đan); lực (có thể từ yếu như giấy đến lực cao tương đương vải đan; độ xốp (rất khác nhau), có từ loại cứng đến mềm, gia công (có thể đan, dán bằng keo hay gắn nhiệt).

Chương IX

NHỮNG YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG BÁM DÍNH

Nhiều loại vật liệu được sử dụng làm keo dán, tuy nhiên hệ keo dán thường có những đặc điểm chung sau:

Ở thời điểm liên kết được tạo thành giữa keo dán và chất rắn được dán, keo dán ở dạng lỏng hay mềm dễ dàng biến thành rắn. Điều này là cần thiết vì do tính chảy hay biến dạng keo dán phải được tạo hình theo sự thô ráp của chất rắn và thường thì tất cả bề mặt rắn đều thô.

Trừ một số ngoại lệ như băng dính nhạy áp, khi đóng rắn, lưu hóa, làm lạnh, làm khô, keo dán đều trở nên cứng và dẻo hơn trong thời gian liên kết được hình thành. Điều này phải đúng trong tất cả các trường hợp khi thu được mối nối độ bền cao.

Keo dán phải đóng góp lực hút tương hỗ với các bề mặt rắn.

Một keo dán phải có độ cứng và độ bền chống hư hỏng đường keo dưới các điều kiện mà liên kết được sử dụng.

Một keo dán đóng rắn, làm lạnh, làm khô, loại dung môi, lão hóa.... phải không bị co do đó chịu được trạng thái ứng suất nội dư trong liên kết, hơn nữa thể tích của keo dán trong liên kết phải đủ để làm đầy liên kết.

Keo dán phải chịu được sự ăn mòn hay trương bởi các chất lỏng hay khí thông thường. Nó phải bảo vệ bề mặt rắn mà nó được áp dụng hay các bề mặt này phải chịu được những tấn công đó.

Để liên kết chắc tại thời điểm keo dán được áp dụng vào bề mặt rắn, các bề mặt này phải không bụi, tẩy sạch oxit hay các vật liệu liên kết yếu khác, dầu và muối.

Không khí, ẩm, dung môi và các khí khác hay các vật liệu bay hơi bị lọt trong khe hở của bề mặt phải có đường thoát.

Hình dạng liên kết phải phù hợp để chịu được độ lớn và kiểu tải trọng khi sử dụng.

9.1. Độ bền và hiệu quả của liên kết

9.1.1. Tải trọng cơ học và yêu cầu

Giả thiết rằng keo dán và chất nền hoàn toàn cứng và dưới các điều kiện này, độ bền liên kết phụ thuộc độ bền kết dính và độ bền keo dán. Tuy nhiên không có vật liệu nào cứng hoàn toàn, nếu chúng cứng, chúng sẽ bị gãy dưới biến dạng nhẹ nhất khi được kẹp vào máy thử.

Keo dán hữu cơ thường mềm hơn và dễ dàng biến dạng khi: (a) nhiệt độ tăng, (b) tốc độ kéo trượt giảm, (c) tần suất của tải trọng áp dụng giảm, hay (d) nồng độ nước hay dung môi tăng. Tương tự, độ bền kéo căng có xu hướng giảm và độ giãn dài khi đứt tăng dưới các điều kiện này; tuy nhiên khi so sánh các vật liệu khác nhau thì không có sự tương quan giữa độ bền kéo căng và tính mềm hay tính biến dạng. Ví dụ, một keo dán polyurethan có thể có độ cứng như asphan dưới các điều kiện tương tự nhưng nó có độ bền kéo căng lớn hơn 20 lần.

Keo dán dưới điều kiện sử dụng chủ yếu ở dạng lỏng nhớt sẽ rã hay chảy dưới bất cứ độ lớn nào của tải trọng áp dụng liên tục. Keo dán không có nhược điểm này thường là chất rắn đàn hồi. Trong số các chất rắn đàn hồi chúng ta có thể phân biệt giữa: (a) vật liệu tương đối giòn, ví dụ, vữa, asphan, nhựa ở nhiệt độ thấp có độ giãn dài khi đứt nhỏ và độ cứng cao, và (b) vật liệu đàn hồi, ví dụ, cao su và một số nhựa ở nhiệt độ thường có độ cứng vừa phải và độ giãn dài khi đứt lớn hơn.

Nói chung độ rã dư hay độ giòn có thể giới hạn tuổi thọ và độ bền của một liên kết keo dán chịu tải trọng. Các điều kiện thúc đẩy quá trình rã thường là nhiệt độ cao và chịu tải trọng thời gian dài, trong khi đó những điều kiện cho độ giòn thường là nhiệt độ thấp và tốc độ chịu tải nhanh (va chạm).

Trong khi việc áp dụng tải trọng có thể khá phức tạp thì các kiểu đơn giản là: (a) sức căng khi chất nền được kéo bằng lực vuông góc với mặt phẳng keo dán, (b) độ nén, khi chất nền bị đẩy bởi lực vuông góc tới bề mặt keo dán, (c) kéo trượt, khi một chất nền trượt song song với một nền khác. Lượng biến dạng dưới các kiểu tải trọng này được giảm thiểu nhờ sử dụng lớp keo dán mỏng.

Tải trọng môi diễn ra khi liên kết chịu ứng suất luân phiên theo các hướng ngược nhau, hoặc chịu ứng suất chu kỳ theo một hướng có nghỉ giữa những lần chịu tải. Keo dán polyme cứng có thể chịu môi tốt. Do mô đun đàn hồi cao, chúng có thể dự trữ năng lượng mà không làm biến dạng. Tuy nhiên, độ bền môi có thể được tính từ các tính chất biến dạng và độ bền vì độ môi có thể liên quan đến sự thay đổi hướng phân tử hay

tính kết tinh dễ dàng hơn của một số polyme khác. Ví dụ, các asphan khi rạn nứt do môi cho bề mặt dạng cục, mờ đục; trong khi đó cùng loại vật liệu bị gãy bởi một sự va đập đơn, có bề mặt sáng bóng.

9.1.2. Ứng suất nhiệt và ứng suất cơ ngót

Hệ số giãn nở của keo dán và chất nền thường khác với vật liệu vô cơ có giá trị thấp, kim loại, các chất hữu cơ có hệ số cao nhất, do đó khi một liên kết được gia nhiệt hay đặc biệt khi làm lạnh ứng suất có thể hình thành chủ yếu ở bề mặt phân cách keo dán. Nếu một keo dán chiếm một thể tích nhất định khi nóng và trở nên rắn khi làm lạnh, độ cứng này có thể loại trừ sự co ngót thành thể tích nhỏ hơn ở nhiệt độ phòng. Tiếp theo, nó có thể tiếp tục co lại ở nhiệt độ phòng trong thời gian dài đến khi đạt thể tích cân bằng.

Những vật liệu nhớt- đàn hồi nếu không quá cứng, có xu hướng giảm ứng suất khi lão hóa. Quá trình này có thể không được hoàn thiện trong một liên kết mỏng ở đó các phân tử chịu ứng suất cao nhất được dán với các bề mặt rắn và do đó được cố định. Thêm sợi thủy tinh hay chất độn vô cơ vào keo dán hữu cơ là cách hiệu quả làm cho hệ số nhiệt của chúng gần bằng hệ số nhiệt của các chất nền kim loại. Ứng suất co ngót có thể thu được khi giảm thể tích một keo dán do giải phóng dung môi hay định hướng phân tử khi lão hóa. Những ứng suất này cũng như ứng suất do nhiệt, giảm bớt khả năng của liên kết mang tải trọng ngoài.

9.1.3. Sự thấm và ăn mòn

Khi một chất nền hay một keo dán trong một liên kết hấp thụ nước hay các phân tử khác, gradien năng lượng có thể đưa hơi hấp thụ vào bề mặt phân cách keo dán, ở đây chúng gây ra sự ăn mòn, tạo bọt khí hay các hư hỏng khác:

- Chất lỏng và khí trong hầu hết các vật liệu có xu hướng di chuyển từ vùng nóng tới vùng lạnh. Nếu một mặt của liên kết nóng và mặt kia lạnh thì sự di chuyển qua chất nền nóng tới bề mặt phân cách keo dán, và trong keo dán tới bề mặt phân cách lạnh.
- Muối vô cơ và các vật liệu tan khác ở bề mặt phân cách có xu hướng lấy phân tử nước từ keo dán và hòa tan, dung dịch có xu hướng loãng hơn do thẩm thấu và có thể tạo bọt. Một mục đích làm sạch chất nền trước khi dán là loại bỏ toàn bộ vật liệu tan từ bề mặt của chúng.
- Nếu hơi nước hấp thụ trong keo dán có thể phản ứng với chất nền, nó sẽ tạo ra một gradien nồng độ trong keo dán làm cho hơi bị hấp thụ nhiều hơn, kết quả là chất nền không đều hay bị ăn mòn.

Một kiểu phản ứng khác là hydrat hóa chất nền oxit kim loại ở bề mặt phân cách, chuyển hóa chúng thành dạng không kết dính hay thiếu tính nguyên vẹn của keo dán trong liên kết.

- Nếu không khí bị lọt vào bề mặt phân cách keo dán và vỏ của bột có sức căng bề mặt thấp hơn với nước so với không khí, nước có xu hướng bị kéo vào trong bột.
- Khi có mật điện thế mạnh sự di chuyển hay định hướng các phân tử có cực và ion có thể không chắc chắn.

9.2. Khả năng tạo thành liên kết keo dán

Không phải tất cả các vật liệu rắn đều có khả năng được dán bằng keo dán mà hầu hết phải được làm sạch hay xử lý trước khi có thể dán thực sự. ở đây chúng ta sẽ thảo luận bản chất của liên kết keo dán vai trò của màng và oxit bị hấp phụ và chuẩn bị các bề mặt dán.

9.2.1. Năng lượng hút

Liên kết hình thành giữa các vị trí hoạt động thực tế là phân tử lỏng tự định hướng để mang các vị trí hoạt động của chúng vào vị trí bên cạnh trên bề mặt chất nền. Các phân tử trong chất rắn bị hạn chế định hướng lại do độ cứng cơ học của cấu trúc rắn.

Một lớp phân tử xà phòng axit béo một đầu phân cực còn đầu kia không phân cực sẽ bị hấp phụ từ dung dịch xà phòng bởi bề mặt kim loại. Lớp hấp phụ này sẽ có các phân tử định hướng phần phân cực về phía kim loại và phần không phân cực về phía dung dịch. Tuy nhiên nếu một lớp khác của phân tử xà phòng bị kết tủa trên lớp thứ nhất, lớp thứ hai sẽ tự định hướng phần không phân cực về phía bề mặt không phân cực của lớp thứ nhất. Trong các trường hợp đó, ảnh hưởng định hướng của một bề mặt rắn đôi khi muốn đi qua một số lớp phân tử bị hấp phụ và sức căng bề mặt của màng bị hấp phụ phụ thuộc phần phân tử tiếp xúc với lớp ngoài cùng.

Thực tế, sau khi lớp đầu tiên của axit béo lỏng bị hấp phụ lên kim loại và phần không phân cực của phân tử tạo thành một bề mặt mới, bề mặt này có năng lượng thấp hơn mức trung bình của axit béo trong khối, do đó nếu khối axit béo được nhỏ giọt lên bề mặt này, những giọt của nó sẽ không phủ kín bề mặt. Trạng thái này làm cho các phân tử không được định hướng sẽ không phủ kín màng bị hấp phụ các phân tử đồng nhất.

Hầu hết sự làm khô nước khi chuẩn bị bề mặt ưa nước để dán keo đều ở nhiệt độ quá thấp để loại bỏ những phân tử nước cuối cùng, nếu giữ lại các phân tử nước hấp thụ, lực hấp dẫn của chất nền và keo dán không biết có chất nền hay không, độ bền liên kết thu được thấp hơn. Giải pháp cho vấn đề này là sử dụng các keo dán hoạt động hay tương đối phân cực có khả năng hòa tan màng nước hay phá hủy nó bởi phản ứng hóa học, do đó nhận được chất nền ở trạng thái tốt.

9.2.2. Chuẩn bị bề mặt

Nhiều kỹ thuật dán keo liên quan tới việc chuẩn bị bề mặt chất nền trước khi keo dán được áp dụng với một trong số các mục đích sau:

- Loại bỏ bụi, lớp vảy, đất, chất lỏng có thể lọt không khí hay ngăn keo dán tiếp xúc với bề mặt rắn.
- Ăn mòn bằng axit hay làm thô bề mặt nhờ đó cho nhiều keo dán lên diện tích bề mặt và khớp hơn với chất nền.
- San phẳng hay làm nhẵn bề mặt thô để chúng có thể tiếp xúc gần hơn và do đó keo dán sẽ chảy tốt hơn trên chúng.
- Để lót bề mặt nhờ áp dụng một lớp phủ mỏng, thấm sẽ chuyển không khí từ rãnh xốp hay vết nứt ức chế ăn mòn.
- Để hàn gắn bề mặt, nối hay bịt kín các lỗ xốp lớn đôi khi kéo keo dán ra khỏi bề mặt tiếp xúc; cũng cần phải định cỡ bề mặt sao cho keo dán không thấm quá nhanh.
- Để xử lý hóa học bề mặt như: (a) tăng năng lượng bề mặt (nhờ oxy hóa bề mặt polyetylen), (b) phủ một lớp trợ, dính chặt như oxit kim loại hay (c) thụ động hóa bề mặt nhờ hấp thụ hóa học ion Cr^{6+} , oxit....
- Để hòa tan chất hữu cơ từ bề mặt do không khí, dầu máy, chất dẻo hóa, dầu bôi trơn..., thiếu tính nguyên vẹn cơ học hay hấp dẫn với keo dán.
- Để làm khô bề mặt, không chỉ loại bỏ những lớp nước thô mà còn loại bỏ nhiều nhất có thể bất kỳ màng lỏng hấp phụ nào.
- Để mạ bề mặt, phủ bằng một kim loại có ái lực lớn hơn với keo dán.
- Lót bề mặt sau khi nó được chuẩn bị để dán sao cho các chất nền có thể được bảo quản mà không sợ bị nhiễm bẩn lại trước khi được dán.
- Bất cứ xử lý hóa học nào sau đó để rửa bề mặt sẽ loại bỏ hoàn toàn các vật liệu ăn mòn dư hay muối tan.

Rõ ràng là một số bước trong danh sách trên là không cần thiết. Các hoạt động được lựa chọn phụ thuộc chất nền, hiệu quả mong muốn của keo dán khi sử dụng, có thể là bản chất của chất nhiễm bẩn.

Thủy tinh, gốm và các chất vô cơ được dán bằng keo dán nước hay ưa nước, nó thường đủ để loại bỏ dầu mỡ, rửa bằng dung dịch chất tẩy rửa, tráng bằng nước nóng và làm khô trong không khí tương đối sạch (không bụi và dầu). Nếu keo dán tương đối không phân cực và không thể đưa vào nước (asphan hay sáp), quá trình làm khô có thể tiến hành trên 100°C để loại nước hấp phụ. Do các chất nền này cứng, độ bền bóc dường như không là vấn đề; hơn nữa không thu được lợi ích thực sự nào nhờ làm thô bề mặt.

Kim loại có thể có ba nhược điểm:

- Bề mặt kim loại nhanh chóng được phủ oxit đôi khi quá xốp hay không bền hóa học để được dán.
- Bề mặt kim loại đặc biệt với những keo dán hoạt động, keo dán dễ lấy nước, hay trong liên kết chứa lỗ rỗng, đôi khi cần được bảo vệ, hay ức chế ăn mòn do keo dán, nước hay hơi từ môi trường.
- Chất nền kim loại mỏng, mềm có thể bị uốn cong và độ bền bóc là quan trọng.

Các kim loại tương đối trơ như thép không gỉ và titan đều không gặp vấn đề về oxit (1) và (2) ở trên là không quan trọng. Với những lý do này, loại bỏ dầu mỡ sau đó khắc axit, cát hay phun hơi là đủ. Nếu độ bền bóc không quan trọng, loại bỏ dầu mỡ sau đó rửa bằng chất tẩy rửa và tráng kỹ, làm khô là đủ.

Với những kim loại tạo thành oxit nhanh, tốt nhất là tạo trên bề mặt của chúng một oxit được dán tốt, chắc và trơ với quá trình hydrat hóa hay tấn công ăn mòn.

Nếu bề mặt ưa nước được làm khô nước ở nhiệt độ dưới 71°C nó sẽ có ba hay bốn lớp phân tử nước dạng màng hấp phụ. Với keo dán tương đối phân cực, nước này hòa tan trong keo dán khi đóng rắn, do đó không làm yếu liên kết.

Hầu hết các chất nền nhựa và cao su có năng lượng bề mặt thấp hơn vật liệu ưa nước, do đó sẽ không hấp phụ màng nước. Sự hình thành oxit và ăn mòn trong môi trường bình thường không gặp vấn đề gì. Tuy thuộc vào vật liệu và hình dạng chất nền, những vấn đề của chúng có thể là: (a) Độ bền bóc nếu mẫu mềm dẻo, (b) sự loang nếu chất nền được dẻo hóa và keo dán không thể hấp thụ, (c) sự nhiễm bẩn bởi chất bôi trơn nếu chúng được dùng trong sản xuất, (d) năng lượng bề mặt quá thấp để phủ keo dán trong trường hợp nhựa không phân cực hoàn toàn như "Teflon", polyetylen...

Chương X

CÁC TÍNH CHẤT VÀ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA

10.1. Các tính chất

Có một số yếu tố chung cần phải xem xét khi đánh giá một keo dán. Các yếu tố này thích hợp với tính chất của keo dán từ thời điểm keo dán được tổng hợp tới khi hoàn tất liên kết cuối cùng. Chúng thường được đối chiếu với các tính chất làm việc liên quan đến các đặc trưng như độ nhớt hay độ đặc, thời gian bảo quản, thời gian làm việc, phù, tạo khối, dính, thấm và tốc độ đông rắn hay tốc độ phát triển độ bền. Một số phương pháp kiểm tra sẵn có có thể thu được các thông tin này. Điều kiện khí quyển xung quanh mẫu trước và trong khi kiểm tra là $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ với độ ẩm tương đối $50 \pm 4\%$.

10.1.1. Thời gian bảo quản

Khi keo dán được bảo quản trong thời gian dài dưới điều kiện nhiệt độ khắc nghiệt có thể diễn ra sự thay đổi vật lý và hóa học. Thời gian bảo quản của keo dán thường là dưới những điều kiện được kiểm soát và duy trì thích hợp để sử dụng. Phương pháp ASTM- D-1337 cung cấp phương tiện để xác định thời gian bảo quản của keo dán. Để xác định cần phải đo độ đặc keo dán hay độ bền liên kết hay cả hai trước và sau khi cất giữ ở nhiệt độ nhất định trong các khoảng thời gian khác nhau. Keo dán và tất cả các thành phần của nó được bảo quản trong thùng chứa ban đầu và không mở.

Một số keo dán bị hỏng do tiếp xúc với nhiệt độ thấp nhưng có thể bảo quản để thỏa mãn sử dụng nhờ làm ấm nhẹ và khuấy. Một số keo dán dung môi tách ở $-1,1 - 4,4^{\circ}\text{C}$ và có thể tái tổ hợp khi khuấy ở nhiệt độ phòng. Những ảnh hưởng không mong muốn của nhiệt độ thấp không bị giới hạn cho keo dán trên cơ sở nước. Mặc dù keo dán không bị ảnh hưởng bởi quá trình đông đặc và làm lạnh đồng thời, nhưng chúng có thể bị ảnh hưởng bởi các chu kỳ lặp lại.

10.1.2. Thời gian làm việc

Thời gian làm việc của một keo dán là khoảng thời gian giữa lúc keo dán sẵn sàng sử dụng và thời gian keo dán không thể dùng lâu hơn nữa.

Phương pháp ASTM- D-1338 gồm hai quá trình được áp dụng cho tất cả các keo dán có thời gian làm việc tương đối ngắn. Phương pháp này nhằm xác định thời gian làm việc thích hợp với thời gian làm việc tối thiểu cần thiết của một keo dán nhờ xác định độ đặc và độ bền liên kết hay cả hai. Phương pháp áp dụng cho chất lỏng tự chứa hay keo dán dạng hồ, cho keo dán thì cần thêm xúc tác, chất tăng cứng, chất độn, chất làm mịn hoặc kết hợp hai hay nhiều vật liệu này ngay trước khi sử dụng cũng như keo dán dạng bột hay dạng vảy tan trong nước hay các dung môi khác và được sử dụng như keo dán dạng lỏng hay dạng hồ.

10.1.3. Vùng hoạt động

Vùng hoạt động là tính chất của keo dán xác định mức độ keo dán được phủ đồng bộ lên một diện tích được dán với một đơn vị khối lượng hay thể tích keo dán. Có hai phương pháp: ASTM D-898 mô tả quá trình xác định chất lượng keo dán rắn được áp dụng bằng cách quét hay phủ, trong khi đó D-899 mô tả quá trình xác định lượng keo dán lỏng được áp dụng khi quét và phủ. Lượng keo quét hay phủ được biểu diễn theo 4 g/m^2 diện tích bề mặt được dán và là khối lượng lớn không dung môi của keo dán trên bề mặt, do đó thu được từ một lần quét (quét trên cả hai bề mặt tiếp xúc) hay ứng dụng keo dán nhiều lần.

10.1.4. Tạo khối

Tạo khối là độ bám dính không mong muốn giữa các lớp tiếp xúc của các vật liệu giống nhau và không giống nhau như sự bám dính diễn ra dưới áp suất vừa phải hay trong khi bảo quản. Trong một số ứng dụng, keo dán được áp dụng vào một hay cả hai bề mặt được dán và bảo quản tới khi được sử dụng. Chủ yếu là các bề mặt được phủ không dính hay tạo khối trong khi bảo quản, thậm chí nếu tới khi được sử dụng để tiếp xúc với áp suất hay những thay đổi nhỏ độ ẩm và nhiệt độ. Keo dán sẽ bị tạo khối theo các mức độ khác nhau, từ không có gì tới dính hoàn toàn.

Phương pháp ASTM - D-1146 xác định điểm tạo khối của một lớp phủ của vật liệu keo dán điện, có nghĩa là các vật liệu ở trạng thái không dính có thể được hoạt hóa tới trạng thái kết dính nhờ áp dụng nhiệt hay dung môi. Do một số vật liệu keo dán điện có cả dạng nhiệt dẻo và hút ẩm, phương pháp này cung cấp các phương tiện để đánh giá cả sự tạo khối nhiệt dẻo và hút ẩm.

10.1.5. Độ dính

Độ dính là đặc trưng của keo dán làm cho một bề mặt phủ keo dán dính vào một bề mặt khác khi tiếp xúc. Một keo dán có đặc tính này ở mức độ

cao thì được gọi là có độ dính nhanh hơn nữa đây là một trong những tính chất quan trọng nhất để xác định tính phù hợp của một keo dán cho những ứng dụng đặc biệt. Đi kèm với độ dính là độ dính khô là tính chất của một số keo dán, dán khi tiếp xúc với chính chúng, ở giai đoạn làm bay hơi các thành phần thậm chí chúng dường như khô cứng và giới hạn dính là khoảng thời gian mà một keo dán duy trì ở điều kiện dính khô.

10.1.6. Thẩm

Điều chỉnh sự thẩm keo dán vào các vật liệu xốp là quan trọng trong sản xuất giấy ráp được cán mỏng asphan, bìa cactông nhiều lớp, bìa sợi, túi đựng thực phẩm và túi vận chuyển nhiều lớp. Yêu cầu trước tiên của keo dán là làm ướt cả hai bề mặt được dán. Keo dán có độ thẩm nhiều dưới bề mặt của vật liệu được phủ không đóng góp gì cho việc dán hai vật liệu và bị loại bỏ. Khi chất nền diễn ra sự thẩm dư, giá thành keo dán sẽ tăng, hơn nữa sản phẩm thu được ướt hay ẩm nước sẽ dẫn tới sự cong vênh, giảm tốc độ sản xuất.

10.1.7. Tốc độ đóng rắn

Nhiều keo dán cần phải đóng rắn nhờ áp dụng nhiệt hoặc thêm chất xúc tác hay cả hai, có hay không có áp suất trong những khoảng thời gian xác định. Để biết rõ sự thay đổi độ bền liên kết theo tốc độ đóng rắn, tiêu chuẩn ASTM D-1144 cung cấp một phương tiện để xác định tốc độ phát triển độ bền của liên kết keo dán khi được đóng rắn trong những khoảng thời gian khác nhau. Mẫu được sử dụng để xác định tính chất độ bền của liên kết keo dán có thể là mẫu kéo căng (D-897) hay mẫu kéo trượt (D-1002).

10.2. Phương pháp kiểm tra

Đánh giá đặc tính hóa học, vật lý hay các đặc trưng khác của keo dán giúp dự đoán hiệu quả và độ tin cậy của một liên kết keo dán. Kiểm tra cung cấp một giải pháp kiểm tra chất lượng vật liệu keo dán, tính thích hợp của liên kết được tạo thành.

Tính chính xác và lặp lại của kết quả kiểm tra phụ thuộc những điều kiện mà quá trình dán được thực hiện. Trước khi bắt đầu đánh giá, các kiểm tra phải có được thông tin toàn diện về từng biến số sau:

- Quá trình chuẩn bị bề mặt trước khi áp dụng keo dán, bao gồm hàm lượng ẩm gỗ, làm sạch, làm khô bề mặt kim loại và xử lý bề mặt đặc biệt.

- Hướng trộn lẫn toàn bộ của keo dán.
- Điều kiện áp dụng keo dán bao gồm tốc độ quét, độ dày màng, số lớp phủ được áp dụng, cho một hay cả hai bề mặt và điều kiện làm khô khi cần nhiều lớp phủ.
- Điều kiện kết cấu trước khi áp dụng áp suất gồm nhiệt độ phòng, phần trăm độ ẩm tương đối, khoảng thời gian đông và mờ. Trừ khi được đưa ra trước, nếu không điều kiện khí quyển xung quanh mẫu trước và trong khi thử là $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm $50 \pm 4\%$.
- Điều kiện đóng rắn gồm áp suất, khoảng thời gian chịu áp suất và nhiệt độ của kết cấu khi chịu áp suất.
- Điều kiện quá trình trước khi kiểm tra, nếu không phải là quá trình tiêu chuẩn, gồm khoảng thời gian, nhiệt độ và độ ẩm tương đối.

10.2.1. Độ bền

- *Kéo căng*: Độ bền kéo căng của liên kết keo dán là tải trọng sức căng cực đại trên một đơn vị diện tích cần thiết để bề mặt liên kết. Nó được biểu diễn bằng g/cm^2 , phương pháp ASTM -D-897 xác định tính chất kéo căng tương đối của keo dán khi được kiểm tra trên các mẫu có hình dạng tiêu chuẩn và dưới các điều kiện xử lý xác định như nhiệt độ, tốc độ máy thử.
- *Kéo trượt*: ứng suất trượt là lực của nó tác dụng lên bề mặt của lớp keo dán và phản ánh ứng suất toàn phần tạo ra bởi bề mặt dán dọc theo mặt phẳng keo dán có xu hướng trượt các bề mặt dán theo hướng ngược nhau. ứng suất trượt của keo dán kim loại - kim loại được xác định bằng phương pháp ASTM-D-1002. Phương pháp này xác định độ bền kéo trượt tương đối của keo dán để dán các kim loại khi được kiểm tra trên mẫu chuẩn và dưới các điều kiện chuẩn bị và kiểm tra xác định. Độ bền kéo trượt được biểu diễn bằng g/cm .

Độ bền kéo trượt của keo dán cũng có thể được xác định bằng trọng tải nén tốt hơn là tải trọng kéo căng. Phương pháp ASTM- D- 905 mô tả một mẫu chuẩn để xác định độ bền trượt nén của keo dán cho gỗ và các vật liệu tương tự khác.

- *Bóc*: Kiểm tra bóc liên quan đến việc bóc một thành phần mềm dẻo của một kết cấu được dán bằng keo dán ra khỏi một thành phần khác có thể mềm dẻo hoặc cứng. Ví dụ, vải được dán với vải hay vải dán với kim loại có thể kiểm tra bóc. Phép thử bao gồm việc kéo thành phần mềm dẻo theo góc 90° hay 180° để tạo nên quá trình bóc. Hư hỏng có thể xảy ra ở thành phần mềm dẻo, trong keo dán hay ở thành phần cứng. Độ bền bóc được miêu tả trong phương pháp ASTM- D- 903 và

được biểu diễn theo g/cm chiều rộng. Kiểm tra bóc 90⁰ được mô tả trong phương pháp ASTM-D-429 xác định lực kéo cần thiết để tách một dải cao su ra khỏi tấm kim loại. Giá trị độ bền cũng tính bằng g/cm.

- *Va đập*: Phương pháp tiêu chuẩn để đánh giá độ bền va đập của keo dán được mô tả trong phương pháp ASTM-D-950. Mẫu thử bao gồm hai khối bằng gỗ hay kim loại dán với nhau. Khi kiểm tra khối thấp hơn và khối lớn hơn được giữ bằng mỏ kẹp ê-tô của máy và khối ở trên bị đập bằng một búa lắc treo với tốc độ 3,4m/giây theo hướng song song với bề mặt lớp keo dán. Năng lượng va đập hấp thụ bởi mẫu thử được tính bằng m-g/cm².
- *Cắt*: Kiểm tra cắt được tiến hành nhờ đưa một lực xoay vào điểm cuối của mẫu được dán để tách các phần liên kết. Một phương pháp kiểm tra cắt thích hợp được miêu tả trong phương pháp ASTM-D-1062. Mẫu thử được kéo bởi tải trọng kéo căng và độ bền cắt được tính theo g/cm chiều rộng.
- *Sự rão*: Sự biến dạng và thay đổi kích thước xảy ra trong các mẫu dán keo dưới ứng suất và trong một khoảng thời gian được coi là rão. Không có một tiêu chuẩn nào để kiểm tra độ rão. Tuy nhiên, độ rão thường được xác định nhờ cho mẫu dán chịu một tải trọng không đổi trong một khoảng thời gian xác định ở nhiệt độ nhất định. Khoảng thời gian tiến hành kiểm tra phụ thuộc tính chất keo dán và yêu cầu sử dụng. Keo dán nhiệt dẻo có thể kiểm tra từ vài tuần hay vài tháng tới khi xảy ra hư hỏng hoặc kiểm tra được xác định sau một mức biến dạng nhất định. Sự rão được thực hiện ở nhiệt độ phòng thường được gọi là "chảy lạnh".

Theo định kỳ cần xác định tốc độ rão, trong trường hợp đó sự thay đổi kích thước diễn ra khi mẫu dán được xác định đặc biệt trong thời gian kiểm tra. Thường thì kiểm tra được tiến hành ở những nhiệt độ khác nhau vì ảnh hưởng của nhiệt độ tới tốc độ rão là đáng kể.

Có thể thấy rằng ứng suất trong thời gian dài của keo dán nhiệt dẻo thu được khi giảm độ bền ban đầu của kết cấu. Điều này dễ hiểu khi nó được thực hiện trong quá trình chịu ứng suất, tải trọng kéo trượt hay căng làm phá hủy liên kết keo dán, do đó dẫn đến biến dạng dư và tách. Liên kết được tạo thành với các keo dán nhiệt rắn cứng không xảy ra sự rão hay rão không đáng kể dưới ứng suất. Keo dán dẻo hóa cao thích hợp hơn với sự rão so với keo dán cứng.

- *Độ môi*: áp dụng lặp lại một tải trọng xác định hay biến dạng lên một mẫu keo dán, được coi là kiểm tra độ môi, được đo bởi khả năng một

mẫu keo dán chống lại hư hỏng. Phép kiểm tra này không đo các tính chất cơ học như mô đun đàn hồi, đặc trưng thấm ướt; hơn nữa, nó có thể được sử dụng để so sánh các tính chất của kết cấu dưới tải trọng lặp lại và để đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện môi trường tới khả năng chịu tải trọng lặp lại của mẫu mà không hư hỏng.

Nhiều máy kiểm tra độ bền khác nhau đã được phát triển để xác định giới hạn chịu mỏi của vật liệu, trong đó, một số loại có thể sử dụng cho các mẫu keo dán. Do độ bền mỏi phụ thuộc vào tần số, cường độ, nhiệt độ và kiểu ứng suất cùng như giá trị của ứng suất, các biến số này phải được kiểm soát.

- *Tải trọng uốn:* Phương pháp ASTM-D-1184 xác định độ bền kéo trượt của các dải được dán keo của kim loại và gỗ (8 dải dày 0,025 cm) nhờ kiểm tra dưới dạng một chùm đơn giản chịu tải trọng ở giữa. ứng suất kéo trượt cực đại phát triển ở bề mặt trung tính ở khoảng tỷ lệ chiều dài là 8:1. Giữa phía trên và phía dưới của mẫu, do đó sự phân lớp hay hư hỏng sẽ diễn ra ở lớp giữa của keo dán.
- *Không phá hủy:* Một khó khăn chủ yếu đi kèm với kiểm tra cơ học của liên kết keo dán là cấu trúc bị phá hủy khi kiểm tra xác định các tính chất của nó. Nhiều chương trình nghiên cứu đã phát triển các phương pháp không phá hủy để kiểm tra liên kết keo dán trong cấu trúc. Ưu điểm của kiểm tra không phá hủy là có thể xem xét toàn bộ các kết cấu được dán.

10.2.2. Tuổi thọ

Không có kiểm tra nào có thể dự đoán chính xác thời gian sử dụng của một liên kết keo dán. Tuy nhiên một số kiểm tra có thể được sử dụng để đo ảnh hưởng của các phá hủy và hư hỏng khác nhau, bởi vậy chắc chắn keo dán tồn tại tốt nhất dưới các điều kiện khác nhau. Sự oxy hóa, nước, dầu, hóa chất, ánh sáng mặt trời, đúc và thay đổi nhiệt độ là các nhân tố có thể được xác định cho các chỉ số mà một keo dán thỏa mãn trong một giai đoạn nhất định dưới những điều kiện được không chế.

- *Hóa học:* Các nhân tố hóa học có thể ảnh hưởng tới hiệu quả của một liên kết keo dán theo hai cách, ví dụ, (1) tác nhân hóa học bên ngoài có thể ảnh hưởng tới tính chất của keo dán hay bề mặt dán và (2) hoạt tính hóa học của bản thân keo dán có thể ảnh hưởng tới bề mặt dán. Khả năng chống chịu của keo dán với các hóa chất có thể được xác định nhờ tiếp xúc màng keo dán hay mẫu được dán với môi trường hóa học.

Phương pháp ASTM-D-896 miêu tả một số tác nhân tiêu chuẩn trong đó mẫu kiểm tra độ bền được ngâm 7 ngày ở nhiệt độ phòng. Các tác

nhân thường được sử dụng nhất là nước, nước biển, dầu, xăng, và chất lỏng thủy lực.

10.3. Một phương pháp tiêu chuẩn để thử keo dán và chất hàn gắn theo ASTM

10.3.1. Keo dán và bảm dính

- B 117 Phương pháp thử nghiệm các thiết bị phun muối.
- C 297 Độ bền kéo căng theo chiều dẹt của kim loại dọc các liên kết dạng tổ ong.
- C 557 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho keo dán khung gỗ với ván lát tường kẹp chặt bằng vữa thạch cao.
- D 69 Các phương pháp thử cho băng dính.
- D 229 Phương pháp thử độ bền kéo và modul kéo với các keo dán cấu trúc.
- D 411 Các phương pháp thử sử dụng vecni với mục đích cách điện.
- D 570 Phương pháp thử sự hấp thụ nước của nhựa.
- D 696 Phương pháp thử hệ số giãn nở nhiệt của nhựa giữa -30°C và +30°C với độ giãn nở của thủy tinh silic.
- D 816 Phương pháp thử cho kết dính cao su.
- D 896 Phương pháp thử độ bền liên kết keo dán với các tác nhân hoá học.
- D 897 Phương pháp thử tính chất kéo căng của các liên kết keo dán.
- D 898 Phương pháp thử xác định lượng keo dán rắn khô / 1 đơn vị diện tích.
- D 899 Phương pháp thử xác định lượng keo lỏng/ 1 đơn vị diện tích.
- D 903 Phương pháp thử độ bền vỏ và độ bền bóc các các liên kết keo dán.
- D 904 Thử độ cảm ứng ánh sáng của các mẫu keo dán nhân tạo và ánh sáng tự nhiên.
- D 905 Phương pháp thử các tính chất bền trượt nén của các liên kết keo dán khi chịu tải trọng.
- D 906 Phương pháp thử các tính chất bền của keo dán trong các cấu trúc gỗ dán khi chịu tải trọng kéo dãn.

- D 907 Thuật ngữ về keo dán.
- D 950 Phương pháp thử độ bền va đập của các liên kết keo dán
- D 997 Phương pháp thử các tính chất kéo căng của liên kết keo dán.
- D 1000 Phương pháp thử cho keo dán nhạy áp sử dụng làm lớp phủ áp dụng trong băng dính điện và điện tử.
- D 1002 Phương pháp thử ứng suất trượt của keo dán khi chịu tải trọng kéo giãn (kim loại - kim loại).
- D 1062 Phương pháp thử độ bền cắt của các keo dán liên kết kim loại - kim loại.
- D 1084 Phương pháp thử độ nhớt của keo dán.
- D 1101 Phương pháp thử tính toàn vẹn của mối nối keo trong các sản phẩm gỗ cấu trúc lớp mỏng sử dụng ở mặt ngoài.
- D 1144 Thử xác định tốc độ phát triển độ bền của các liên kết keo dán.
- D 1146 Phương pháp xác định điểm tạo khối cho các lớp phủ keo dán.
- D 1151 Phương pháp thử ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ trên các liên kết keo dán.
- D 1183 Phương pháp thử độ bền của keo dán dưới điều kiện lão hóa trong phòng thí nghiệm.
- D 1184 Phương pháp thử độ bền kéo trượt của keo dán liên kết các tổ hợp lớp mỏng.
- D 1304 Phương pháp thử các chất liên quan tới keo dán được sử dụng như chất cách điện.
- D 1337 Phương pháp thử thời gian bảo quản của keo dán theo độ đặc và độ bền liên kết .
- D 1338 Phương pháp thử thời gian làm việc của keo dán lỏng và nhão theo độ đặc và độ bền liên kết.
- D 1344 Phương pháp thử các mẫu phủ ngang theo các tính chất kéo căng của keo dán.
- D 1382 Phương pháp thử tính nhạy cảm các màng keo khô dọc theo các đường dán.
- D 1383 Phương pháp thử tính nhạy cảm của các màng keo khô theo các đường dán trong phòng thí nghiệm.
- D 1489 Phương pháp thử hàm lượng chất không bay hơi trong keo dán nước.

- D 1490 Phương pháp thử hàm lượng chất không bay hơi trong các dung dịch nhựa ure focmandehyt.
- D 1579 Phương pháp thử hàm lượng chất độn của keo dán phenol, resorcinol và melamin.
- D 1580 Thông số kỹ thuật của keo dán lỏng cho máy móc tự động dán mác chai thủy tinh.
- D 1581 Phương pháp thử độ bền liên kết của keo dán lỏng hoà tan nước hay dung môi dùng cho dán nhãn chai thủy tinh.
- D 1582 Phương pháp thử thành phần không bay hơi của các keo dán phenol, resorcinol và melamin.
- D 1583 Phương pháp thử nồng độ ion hydro của các màng keo dán khô.
- D 1584 Phương pháp thử tính không hấp thụ nước của mác giấy.
- D 1713 Phương pháp thử độ bền liên kết của keo dán lỏng trên cơ sở nước hoặc dung môi cho các máy hàn gắn tự động trong các mẫu bìa sợi.
- D 1714 Phương pháp thử tính không hấp thụ nước cho keo dán các mẫu bìa sợi.
- D 1779 Thông số kỹ thuật cho keo dán các vật liệu âm học.
- D 1780 Thử độ rã của các keo dán kim loại - kim loại .
- D 1781 Phương pháp thử keo dán vỏ tang trống.
- D 1828 Thử các keo dán liên kết và keo dán cấu trúc khi lộ sáng khí quyển.
- D 1874 Thông số kỹ thuật các keo dán lỏng trên cơ sở nước hoặc dung môi cho máy tự động dán bìa sợi hoặc trong hàng hải.
- D 1875 Phương pháp thử độ đặc của keo dán lỏng.
- D 1876 Phương pháp thử độ bền vỏ của các keo dán .
- D 1879 Thực hành sự lộ sáng của các mẫu keo dán khi chịu năng lượng bức xạ cao.
- D 1916 Phương pháp thử độ truyền qua của keo dán .
- D 1994 Phương pháp thử xác định chỉ số axit của các keo dán nóng chảy.
- D 1995 Phương pháp thử độ bền cho keo dán tự động.
- D 2093 Chuẩn bị bề mặt cho nhựa trước khi dán keo.

- D 2094 Chuẩn bị các mẫu dạng thỏi hoặc que khi thử dính.
- D 2095 Phương pháp thử độ bền kéo căng cho các keo dán với các mẫu dạng thỏi hoặc dạng que.
- D 2182 Phương pháp thử các tính chất bền bám dính kim loại - kim loại khi chịu tải trọng nén.
- D 2183 Phương pháp thử tính chất chảy của keo dán khi chịu tải trọng nén.
- D 2235 Thông số kỹ thuật cho chất kết dính dung môi acrylonitrin butadien styren (ABS) dùng trong ống nhựa và máy móc.
- D 2293 Phương pháp thử tính chất rão của keo dán khi kéo giãn do tải trọng nén ép (kim loại - kim loại).
- D 2294 Phương pháp thử tính chất rão của keo dán do tải trọng kéo căng (kim loại - kim loại).
- D 2295 Phương pháp thử tính chất bền của keo dán do tải trọng kéo căng ở nhiệt độ vừa phải (kim loại - kim loại).
- D 2301 Thông số kỹ thuật cho keo dán nhạy áp vinyl clorua làm băng dính cách điện.
- D 2339 Phương pháp thử các tính chất bền của keo dán trong cấu trúc gỗ dán hai lớp do tải trọng kéo giãn.
- D 2484 Thông số kỹ thuật của màng keo dán nhạy áp polyeste dùng làm băng dính cách điện.
- D 2556 Phương pháp thử độ nhớt biểu kiến của keo dán có tốc độ giãn phụ thuộc tính chất chảy.
- D 2557 Phương pháp thử tính chất bền của keo dán theo độ giãn bởi tải trọng kéo giãn trong giới hạn nhiệt độ từ -267,8°C đến -55°C.
- D 2558 Phương pháp thử độ bền vỡ ước lượng cho để giấy dùng các keo dán.
- D 2559 Thông số kỹ thuật keo dán cho các sản phẩm gỗ có cấu trúc lớp mỏng sử dụng dưới điều kiện lộ sáng.
- D 2651 Chuẩn bị bề mặt kim loại khi kết dính bằng keo dán.
- D 2674 Các phương pháp phân tích dung dịch khắc axit sulfuacromat sử dụng trong chuẩn bị bề mặt nhôm.
- D 2686 Thông số kỹ thuật cho keo dán nhạy áp polytetraflo etylen dùng làm keo dán cách điện.
- D 2739 Phương pháp thử điện trở suất cho các keo dán dẫn.

- D 2754 Thông số kỹ thuật của vải thủy tinh nhạy áp nhiệt độ cao dùng trong băng dính cách điện.
- D 2851 Thông số kỹ thuật của keo dán quang lỏng.
- D 2918 Xác định độ bền của keo dán kết dính vỏ chịu ứng suất.
- D 2919 Phương pháp thử xác định độ bền ứng suất kết dính keo dán trong kéo giãn do tải trọng kéo căng.
- D 2979 Phương pháp thử độ bám dính của keo dán nhạy áp sử dụng máy dò ngược.
- D 3005 Tiêu chuẩn kỹ thuật của nhựa nhạy áp vinyl clorua nhiệt độ thấp dùng trong băng dính cách điện.
- D 3006 Tiêu chuẩn kỹ thuật của nhựa nhạy áp polyetylen dùng trong băng dính cách điện.
- D 3024 Tiêu chuẩn kỹ thuật của keo dán trên cơ sở protein dùng cho các sản phẩm gỗ có cấu trúc lớp mỏng sử dụng trong điều kiện bị phơi sáng.
- D 3110 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho keo dán sử dụng trong các sản phẩm gỗ xẻ phi cấu trúc.
- D 3111 Phương pháp thử xác định tính dễ uốn của keo dán nóng chảy bằng phép thử trực uốn.
- D 3121 Phương pháp thử độ bám dính của keo dán nhạy áp bằng cầu lăn.
- D 3163 Phương pháp thử xác định độ bền của keo dán liên kết tấm nhựa cứng khi chịu tải trọng kéo giãn.
- D 3164 Phương pháp thử xác định độ bền của keo dán liên kết tấm nhựa có cấu trúc tầng khi chịu tải trọng kéo giãn.
- D 3165 Phương pháp thử tính chất bền của keo dán liên kết tổ hợp các lớp mỏng khi chịu tải trọng kéo giãn.
- D 3166 Phương pháp thử tính chất chịu mài của keo dán khi chịu tải trọng kéo giãn (kim loại - kim loại).
- D 3167 Phương pháp đo độ nhớt biểu kiến của keo dán nóng chảy và lớp phủ vật liệu.
- D 3310 Phương pháp xác định độ mài mòn của các vật liệu keo dán.
- D 3418 Mô tả nhiệt độ chuyển hoá thủy tinh.
- D 3433 Độ bền gãy trung bình trong các kết nối keo dán.
- D 3434 Thử các chất ức chế cho nhiều chu trình cho mặt ngoài ẩm sử dụng keo dán gỗ.

- D 3482 Phương pháp thử xác định ăn mòn điện phân của đồng bằng keo dán.
- D 3498 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho keo dán các tấm gỗ dán và gỗ xẻ cho các hệ gỗ.
- D 3528 Phương pháp thử tính chất bền của các kết nối lớp phủ keo dán kép bởi tải trọng kéo căng.
- D 3535 Phương pháp đo khả năng chịu biến dạng dưới tải trọng tĩnh cho keo dán gỗ cấu trúc lớp mỏng dưới điều kiện bị phơi sáng.
- D 3632 Thử tác nhân xúc tiến các kết nối keo dán bằng phương pháp dùng áp suất oxy.
- D 3658 Phương pháp thử xác định sức bền momen quay trong các kết nối keo dán thủy tinh - kim loại bằng lưu hoá UV.
- D 3706 Phương pháp độ bám dính nóng của sáp polyme trộn bằng phép thử co giãn trên mặt phẳng.
- D 3747 Thông số kỹ thuật cho keo dán nhũ hoá asphan dùng gắn mái nhà cách nhiệt.
- D 3762 Phương pháp thử độ bền liên kết các bề mặt nhôm bằng keo dán.
- D 3807 Phương pháp thử các tính chất bền trung bình của keo dán bằng tải trọng kéo căng.
- D 3808 Xác định định tính độ bám dính của các keo dán tới chất tác dụng bằng phương pháp thử vết bám.
- D 3929 Ứng suất gãy ước lượng của nhựa sử dụng phương pháp dùng đòn cân bằng.
- D 3930 Tiêu chuẩn kỹ thuật của các keo dán dùng cho các vật liệu trên cơ sở gỗ dùng cho cấu trúc xây dựng dân dụng.
- D 3931 Phương pháp thử xác định độ bền liên kết keo dán lắp khi chịu tải trọng nén ép.
- D 3932 Điều khiển áp dụng làm đặc cấu trúc khi sử dụng keo dán nóng chảy.
- D 3933 Phương pháp chuẩn bị bề mặt nhôm cho việc liên kết bằng keo dán.
- D 3983 Phương pháp đo độ bền và modun trượt của keo dán không cứng bằng mẫu phẳng kéo căng vật dán dày.
- D 4027 Phương pháp đo các tính chất trượt của keo dán cấu trúc bằng phép thử cái biến thanh ray.

- D 4299 Phương pháp thử ảnh hưởng của sự nhiễm vi khuẩn đến tính vĩnh cửu của keo dán và màng keo dán.
- D 4300 Phương pháp thử hoạt tính của các màng keo dán tới sự chống chịu nấm mốc.
- D 4317 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các keo dán nhũ tương trên cơ sở polyvinyl axetat.
- D 4338 Phương pháp thử xác định tính đàn hồi của các màng keo dán bằng phương pháp thử trực uốn.
- D 4339 Phương pháp thử xác định mùi keo dán.
- D 4426 Phương pháp thử thành phần bay hơi của các nhựa phenolic lỏng sử dụng cho các lớp mỏng gỗ.
- D 4497 Phương pháp xác định thời gian mở của keo dán nóng chảy.
- D 4498 Phương pháp thử nhiệt độ hồng nhiệt do trượt của keo dán nóng chảy.
- D 4499 Phương pháp thử độ ổn định nhiệt của keo dán nóng chảy.
- D 4500 Phương pháp kiểm tra xác định mặt, miếng hay chất không hoà tan ở trong keo dán dạng nước.
- D 4501 Phương pháp kiểm tra độ bền trượt của các liên kết keo dán giữa bề mặt dán cứng bằng phương pháp trượt - khối.
- D 4502 Phương pháp kiểm tra độ chịu nhiệt và độ ẩm trong các kết nối gỗ bằng keo dán.
- D 4562 Phương pháp kiểm tra độ bền trượt của các mẫu keo dán đinh ghim và vòng đệm.
- D 4680 Phương pháp kiểm tra độ rão và thời gian hồng của keo dán khi trượt tĩnh bởi tải trọng nén (gỗ - gỗ).
- D 4688 Phương pháp kiểm tra ước lượng cấu trúc keo dán các tấm gỗ xẻ mịn.
- D 4689 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các loại keo dán, cazein.
- D 4690 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các keo dán nhựa ure focmandehyt.
- D 4783 Phương pháp kiểm tra các chất pha chế keo dán khi chịu sự tấn công của vi khuẩn, men và nấm mốc.
- D 4800 Chỉ dẫn phân loại và chỉ rõ các keo dán.
- D 4896 Chỉ dẫn sử dụng việc kết nối liên kết đơn các tấm phẳng từ những kết quả thử mẫu.

- D 5040 Phương pháp kiểm tra thành phần tro của các keo dán .
- D 5041 Phương pháp kiểm tra độ bền gãy trong các keo dán theo các kết nối liên kết.
- D 5113 Phương pháp kiểm tra xác định độ ăn mòn keo dán trong tế bào bột polystyren cứng.
- D 5215 Phương pháp kiểm tra ước lượng công cụ nhuộm màu của keo dán sàn vinyl.
- D 5266 Kiểm tra ước lượng thành phần hư hỏng của gỗ trong các kết nối liên kết bằng keo dán.
- D 5267 Phương pháp kiểm tra xác định độ dày của keo dán đầu máy.
- D 5330 Tiêu chuẩn kỹ thuật của băng dính, keo dán nhạy áp, bao gói, gia cố sợi.
- D 5375 Phương pháp kiểm tra khối nhân nhạy áp chuyển động theo rãnh có tốc độ cao.
- D 5570 Phương pháp kiểm tra tính chịu nước của băng dính và keo dán được sử dụng trong dán kín các loại hộp.
- D 5574 Phương pháp kiểm tra tính chất cơ học thiết lập cho keo dán liên kết gỗ trong kết nối các cấu trúc.
- D 5677 Tiêu chuẩn kỹ thuật của sợi thủy tinh (sợi thủy tinh gia cố nhựa nhiệt rắn) trong ống và ống lắp ráp, kết nối bằng keo dán nhựa epoxy.
- D 5749 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho keo dán trong kết nối các lớp mỏng ở các sản phẩm gỗ xẻ phi cấu trúc.
- D 5793 Phương pháp kiểm tra tiêu chuẩn định vị liên kết trên đơn vị độ dài hoặc rộng khi kéo sợi làm sàn nhà.
- D 5824 Xác định độ bền của các keo dán liên kết lớp mỏng trong phủ gỗ trên cơ sở nhiệt hay nước.
- D 5999 Phương pháp kiểm tra tính không tác động của keo dán dụng nhào.
- D 6004 Phương pháp kiểm tra xác định độ bền trượt của keo dán thấm.
- D 6005 Phương pháp kiểm tra xác định độ bền lún của keo dán thấm.
- D 6105 Thử nghiệm áp dụng xử lý bề mặt không tích điện của nhựa cho các liên kết keo dán.
- E 229 Phương pháp kiểm tra độ bền trượt và modun trượt của các keo dán cấu trúc.

- E 864 Thử nghiệm chuẩn bị bề mặt của hợp kim nhôm khi được liên kết bằng keo dán trong các tấm cấu trúc tổ ong.
- E 866 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các loại keo dán sơn lót ức chế ăn mòn các hợp kim nhôm được liên kết bằng keo dán trong các tấm cấu trúc tổ ong.
- E 874 Thử nghiệm keo dán liên kết nhôm với các phi kim dạng tổ ong cho các tấm bảo vệ.
- E 900 Tiêu chuẩn kỹ thuật keo dán ghép nối lõi cho các tấm cấu trúc tổ ong.
- E 1307 Chuẩn bị bề mặt và keo dán cấu trúc liên kết trước đóng rắn, các vật liệu phi kim có cấu trúc lỗ với các tấm phẳng.
- E 1512 Phương pháp kiểm tra độ bền liên kết bằng keo dán cho mỏ neo.
- E 1555 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho keo dán cấu trúc sửa chữa các tấm kẹp.
- E 1793 Tiêu chuẩn thực hành cho việc chuẩn bị cho liên kết hợp kim nhôm trong thay đổi các loại bột và trục cuốn.
- E 1794 Tiêu chuẩn kỹ thuật của keo dán cho liên kết các tấm kẹp có các lỗ xóp (bảo vệ ẩm ở 93⁰C), các tấm loại II.
- E 1800 Tiêu chuẩn kỹ thuật của keo dán liên kết các tấm kẹp có các lỗ xóp (bảo vệ ẩm ở 71⁰C), các tấm loại I.
- E 1801 Thử nghiệm liên kết keo dán dùng cho nhôm trong các tấm có bột và dạng trục cuốn.
- E 1826 Tiêu chuẩn kỹ thuật của các keo dán ức chế ăn mòn trong hợp chất hữu cơ bay hơi thấp (VOC) dùng cho các hợp kim nhôm liên kết bằng keo dán.
- F 607 Phương pháp kiểm tra độ bám dính vật liệu làm đệm tới các bề mặt kim loại.
- G 85 Thử nghiệm biến tính phun muối (thử dạng sương).

10.3.2. Các chất hàn gắn và keo dán

- C 510 Phương pháp kiểm tra sự nhuộm màu và thay đổi màu của các chất hàn gắn kết nối các cấu tử đơn và đa.
- C 603 Phương pháp kiểm tra tốc độ đun và thời hạn áp dụng của các chất hàn gắn đàn hồi.

- C 639 Phương pháp kiểm tra các tính chất dòng của các chất hàn gắn đàn hồi.
- C 661 Phương pháp kiểm tra độ cứng lõm của các loại chất hàn gắn đàn hồi theo phương pháp đo độ cứng.
- C 697 Phương pháp kiểm tra thời gian dính tự do của các chất hàn đàn hồi.
- C 711 Phương pháp kiểm tra tính đàn hồi ở nhiệt độ thấp và độ dai của các chất hàn gắn dung môi đàn hồi một thành phần.
- C 712 Phương pháp kiểm tra bột của chất hàn gắn nhả dung môi một phần elastome.
- C 717 Thuật ngữ xi và chất hàn gắn trong xây dựng.
- C 719 Phương pháp kiểm tra độ bám dính và lực cổ kết trong các kết nối của các chất hàn gắn elastome dưới chuyển động tuần hoàn.
- C 771 Phương pháp kiểm tra sự sụt khối lượng sau khi lão hóa do nhiệt tạo thành các chất hàn gắn băng dính.
- C 792 Phương pháp kiểm tra ảnh hưởng do lão hóa nhiệt tới sự hút khối cracking và sự rắc vôi của các chất hàn gắn elastome.
- C 794 Phương pháp kiểm tra độ bám dính vỏ trong liên kết các chất hàn gắn elastome.
- C 804 Thử nghiệm sử dụng cho chất hàn gắn liên quan đến dung môi.
- C 811 Giới thiệu thử nghiệm cho việc chuẩn bị bề mặt bê tông sử dụng bề mặt nhựa nguyên khối chịu hóa chất.
- C 879 Phương pháp kiểm tra giấy sử dụng với các chất hàn gắn băng dính.
- C 906 Phương pháp kiểm tra độ bền vỏ ứng dụng cho chất hàn gắn nóng.
- C 907 Phương pháp kiểm tra độ bền kéo căng của chất hàn gắn băng dính theo phương pháp đĩa.
- C 920 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho liên kết các chất hàn gắn elastome.
- C 961 Phương pháp kiểm tra độ bền trượt áp dụng cho chất hàn gắn nóng.
- C 962 Chỉ dẫn sử dụng cho liên kết các chất hàn gắn elastome.

- C 972 Phương pháp kiểm tra độ hồi phục khi nén của chất hàn gắn bằng dính.
- C 1016 Tiêu chuẩn phương pháp kiểm tra xác định độ hấp thụ nước của chất hàn gắn (liên kết vật liệu độn).
- C 1021 Thử các chất hàn gắn kết dính trong xây dựng.
- C 1087 Tiêu chuẩn phương pháp thử xác định độ tương hợp của chất hàn gắn lỏng sử dụng phụ thuộc của cấu trúc hệ tráng men.
- C 1135 Xác định tính chất kéo căng của keo dán cấu trúc.
- C 1184 Tiêu chuẩn kỹ thuật cấu trúc chất hàn gắn silicon.
- C 1247 Phương pháp kiểm tra độ bền của các chất hàn gắn bị lộ sáng liên tục khi ngâm trong chất lỏng.
- C 1248 Phương pháp kiểm tra sự nhuộm màu của chất tác dụng xốp bằng các liên kết của chất hàn gắn.
- C 1249 Chỉ dẫn về xi gắn các loại thủy tinh cách điện áp dụng trong chất hàn gắn cấu trúc.
- C 1257 Phương pháp kiểm tra sự ăn mòn do chất xúc tiến của các chất hàn gắn nhả dung môi.
- C 1265 Tiêu chuẩn phương pháp kiểm tra xác định tính kéo căng của xi gắn thủy tinh cách điện áp dụng cho cấu trúc thủy tinh.
- C 1294 Tiêu chuẩn phương pháp thử tính tương hợp cho các chất hàn gắn mép thủy tinh cách điện với các vật liệu thủy tinh lỏng.
- C 1299 Chỉ dẫn cho việc lựa chọn sử dụng chất hàn gắn lỏng.
- C 1311 Tiêu chuẩn kỹ thuật các chất hàn gắn nhả dung môi.
- C 1330 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho chất hàn gắn trụ sử dụng với các chất hàn gắn lỏng lạnh.
- C 1369 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các chất hàn gắn viên thứ hai trong các loại thủy tinh cấu trúc cách điện.
- C 1375 Chỉ dẫn cho các chất nền thử nghiệm với xi và chất hàn gắn trong xây dựng.
- C 1392 Chỉ dẫn ước lượng độ hư hỏng của chất hàn gắn cấu trúc thủy tinh.
- C 1394 Chỉ dẫn ước lượng trực tiếp cấu trúc thủy tinh silicon.
- D 471 Phương pháp thử cho thuộc tính cao su - ảnh hưởng của các chất lỏng.

- D 1546 Thử nghiệm đặc điểm của các chất hàn gắn sàn sạch.
- D 1985 Thử cho việc chuẩn bị khối bê tông dùng chất hàn gắn liên kết.
- D 2202 Phương pháp kiểm tra độ lún của các chất hàn gắn.
- D 2203 Phương pháp kiểm tra sự nhuộm màu từ các chất hàn gắn.
- D 2377 Phương pháp kiểm tra thời gian dính của các hợp chất xam và các chất hàn gắn.
- D 3406 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho mặt lát bê tông xi măng pooclant bằng liên kết chất hàn gắn, nóng chảy và elastome.
- D 3538 Tiêu chuẩn thử các tính chất bền trong liên kết các tấm panel khi chịu tải trọng ép.
- D 3910 Phương pháp thử, mục đích các phép thử và cấu trúc của hồ xi măng.
- D 4070 Tiêu chuẩn kỹ thuật cho chế tạo keo dán cách điện của hồ xi măng dùng gắn cầu trong cấu trúc bê tông.
- D 4259 Thử độ mài mòn của bê tông.
- D 4260 Thử độ khắc axit của bê tông.
- D 5167 Thử điểm chảy ước lượng áp dụng cho các kết nối nóng chảy và có chất hàn gắn và chất độn.
- D 5249 Tiêu chuẩn kỹ thuật các vật liệu sử dụng với các chất hàn gắn lạnh và nóng trong bê tông dùng xi măng pooclant và các kết nối asphan.
- F 88 Phương pháp kiểm tra độ bền của xi gắn từ các vật liệu đàn hồi.

Phần III

CÁC LĨNH VỰC ỨNG DỤNG

Chương XI

KEO DÁN GIẤY VÀ SỢI

11.1. Dán giấy

Sự kết hợp của giấy và keo dán có vị trí quan trọng trong công nghệ hiện đại. Không có giấy và keo dán thì cuộc sống con người sẽ rất khác - không có các hộp carton đựng sữa, không có các hộp giấy đựng thực phẩm, không có cốc giấy, phong bì thư, tem và thậm chí sách chúng ta đọc như ngày nay cũng không có.

Sau cái nhìn khái quát về ngành sản xuất giấy chúng ta sẽ đi sâu nghiên cứu về giấy với vai trò vật liệu được dán trong hàng loạt các sản phẩm. Cuối cùng sẽ thảo luận đến các loại keo dán thường dùng.

11.1.1. Chế tạo giấy

Quá trình làm giấy gồm tám giai đoạn cơ bản: (1) Tiền xử lý sợi, (2) Trộn sợi, (3) Làm sạch và phân loại, (4) Phân bố dịch, định lượng và phân tán, (5) Hình thành tấm sợi đồng thời loại nước bằng phương pháp lọc, (6) ép tấm sợi cùng với loại nước bằng phương pháp cơ học, (7) Làm khô tấm sợi đồng thời loại nước bằng nhiệt và (8) Hoàn thiện tấm bằng một trong các bước sau: Cán, hồ, phủ, làm bóng.

- *Nguyên liệu thô:* Nguồn nguyên liệu thô quan trọng nhất vẫn là gỗ 70% giấy được tạo ra từ bột gỗ, 30% còn lại được tạo ra từ giấy phế thải, sợi tổng hợp và tự nhiên. Gỗ chứa 50% sợi xenlulo, 30% lignin và 20% còn lại là hemixenlulo, đường.
- *Nghiền:* Bước đầu tiên trong sản xuất giấy là nghiền bột - tách sợi. Có năm phương pháp nghiền bột giấy chính đang được sử dụng. Mỗi phương pháp đều cố gắng tách sợi cơ học hoặc loại lignin bằng phương pháp hóa học.
 - *Nghiền cơ học.* Gỗ được nghiền đơn giản. Đây là phương pháp rất rẻ, không đòi hỏi hóa chất hay thiết bị đắt tiền. Hiệu suất cao, chỉ hao hụt khoảng 7% gỗ so với 50% hao hụt ở phương pháp hóa học. Tuy nhiên phương pháp này chỉ tạo được các sợi ngắn với lực yếu dùng cho các khăn giấy, khăn lau và các sản phẩm tương tự.

- *Nghiền xút.* Các mẫu gỗ được đun trong kiềm dưới áp suất. Sản phẩm được tạo thành là xenlulo tính chế. Tuy nhiên phương pháp này cũng chỉ tạo ra được các sợi ngắn.
- *Nghiền sunfit.* Ở đây các mẫu gỗ cứng hoặc mềm được đun dưới áp suất trong canxi, magie, hay amoni bisunfit và lưu huỳnh dioxit. Sợi thu được chỉ chiếm 45% lượng gỗ ban đầu. Phương pháp này tiêu thụ lượng lớn các hóa chất, nhiên liệu và các thiết bị nhanh chóng bị ăn mòn. Nghiền sunfit tạo thành giấy có điểm chớp cháy cao nhưng độ bền xé thấp.
- *Nghiền sunfua (Krap).* Các mẫu gỗ cứng và đôi khi cả gỗ mềm được đun trong dịch lỏng chứa xút soda và natri sunfua. Phương pháp sunfat là phương pháp đang phát triển mạnh mẽ và rộng rãi nhất. Phương pháp này tạo ra giấy rất dai.
- *Nghiền nửa hóa học.* Các mẫu gỗ được xử lý trong dung dịch kiềm được đậm lưu huỳnh dioxit. Là phương pháp tạo bột giấy rất kinh tế bởi hiệu suất cao và tổn ít hóa chất.
- **Máy xeo:** Sau khi tẩy trắng, tạo sợi và đưa chất kết dính vào thì sợi xenlulo được tạo thành tấm giấy theo hai phương pháp cơ bản. Máy có bề rộng trên 762 cm và tốc độ lên tới 914 m/phút. Sự tạo tấm được thực hiện bằng cách đưa sợi lên một băng chuyền, lượng nước dư thoát ra theo đường chuyền. Quá trình hút tăng tốc giai đoạn loại nước này. Ở phía cuối băng chuyền, tấm sợi được đưa lên thanh lăn và được mang bởi các tấm ni qua các trục lăn áp lực và cuối cùng qua bộ phận sấy để loại hết nước còn lại.
 - *Máy xeo trục lăn,* loại này ít phổ biến hơn. Thay vì băng chuyền phẳng lọc liên tục thiết bị này dùng một trục lăn phủ bằng lưới dây mỏng. Trục này quay tròn trong thùng chứa huyền phù sợi, do đó các sợi được cuốn vào và đưa lên phía trên của trục. Thường có một vài thiết bị như vậy trong dây chuyền để tạo tấm nhiều lớp.
- **Chất độn:** Các loại bột như bột đất sét, canxi cacbonat, bột talc, canxi sunfat, silic, titan dioxit được đưa vào nguyên liệu giấy trước khi tạo tấm. Các chất độn cần phải có màu trắng, chỉ số khúc xạ cao, kích thước hạt nhỏ, độ tan trong nước thấp, khối lượng riêng thấp, giá thành hạ và có tính trơ. Lượng chất độn có thể thay đổi từ 2 - 40% dựa trên khối sợi. Đưa thêm 10% đất sét có thể làm giảm độ bền cháy của giấy tới 20%.
- **Hồ giấy:** Hồ giấy có tác dụng ngăn sự thấm của chất lỏng và tạo bề mặt giấy viết đẹp hơn. Tùy thuộc vào từng mức độ hồ, giấy có thể được gọi là: (a) Hồ cứng - hồ mạnh, (b) Hồ mềm - hồ yếu và (c) Nhấp nước - không hồ.

- Hồ bên trong được thực hiện bằng cách đưa thêm xà phòng nhựa thông hay một phần tán nước của nhựa thông dịch nghiền và đóng rắn với phen.
- *Hồ trên máy nghiền bột giấy.* đưa thêm từ 1-3% tinh bột vào bột gỗ trong máy nghiền. Nó làm tăng độ bền xé, gấp và độ bền ướt nhờ liên kết các sợi đơn.
- *Hồ cán* được thêm sau khi đã hình thành tấm sợi để cải thiện các đặc trưng bề mặt.
- *Hồ chậu* được thực hiện bằng cách nhúng tấm sợi vào trong dung dịch hồ loãng.
- *Hồ bề mặt* quan trọng nhất là phủ đất sét. Đất sét kết hợp với titan đioxit có thể được phủ lên giấy. Trước đây chỉ dùng keo dán động vật và keo dán casein làm chất kết dính, tuy nhiên nhựa styren butadien và acrylic đang ngày càng trở nên phổ biến.

11.1.2. Kiểm tra

Tính chất của giấy phụ thuộc rất nhiều yếu tố như chọn bột gỗ, phương pháp tẩy trắng, độ dày, mức áp suất khi loại nước, mức áp suất khi hoàn thiện, phụ gia hóa học và một số yếu tố khác. Công nghệ keo dán lại liên quan đến các tính chất vật lý cũng như hóa học của giấy là bề mặt dán.

- *Phương pháp kiểm tra vật lý: Điều hòa.* Do giấy có khả năng thay đổi lớn theo điều kiện khí quyển nên nó được điều hoà ở $\approx 230C$ và độ ẩm tương đối $50 \pm 2\%$ trước khi tiến hành kiểm tra 24 giờ. *Khối lượng cơ bản* đây là khối lượng của 1 gam giấy tính theo kg. *Độ dày* được đo bằng μm , được biểu diễn bằng inch hay phần nghìn. *Khối lượng thể tích hay khối lượng biểu kiến* là tỷ lệ giữa khối lượng cơ bản so với độ dày. *Độ bền kéo căng.* xác định điểm đứt dưới tải trọng đơn hướng. *Lực gầy.* áp dụng áp lực không khí hay áp suất thủy lực (qua một màng cao su) vào một mặt của giấy cho tới khi giấy rách. *Độ bền xé* xác định lực xé cần thiết để xé một mảnh giấy sau khi đã cắt một phần.
- *Các phương pháp kiểm tra hóa học:* Nhiều phương pháp kiểm tra tiêu chuẩn để xác định độ ẩm (T-412m-53) và (T-484m-58), tro (T-413m-58), pH (T-435m-52) cũng như để xác định sunfat, clorua, nito, đồng, kẽm, sắt và nhiều chất khác.

11.1.3. Sản phẩm giấy

Việc sử dụng keo dán đã tạo ra nhiều vô số các sản phẩm hữu dụng từ giấy.

- *Thùng chứa sợi và gợn sóng*: Bia gợn sóng được sản xuất bằng cách cán mỏng một vài lớp giấy với nhau. Keo dán thường dùng là tinh bột, cho dù một số silicat vẫn được sử dụng cho mục đích này. Trong phương pháp này, tinh bột không tạo gel được phân tán trong dung dịch tinh bột để thu được chất hồ có hàm lượng rắn lớn nhất và độ nhớt nhỏ nhất.
- *Bìa cactong*:
- *Hộp đựng*: Các hộp này được sản xuất trên máy gắn các góc hộp với nhau bằng băng dính hoặc băng dính gắn nhiệt. Lớp vỏ sau đó được bóc bằng giấy hoàn thiện. Keo dán được sử dụng trong quá trình này thường là keo dán động vật phẩm chất thấp, được hóa dẻo bằng đường hoặc dextrin.
 - Hộp đựng sữa.
 - Túi giấy.
 - Tem.
- *Nhãn mác*: Nhãn mác được dán lên hầu hết các loại chai, can, bìa cacton và gói hàng. Hầu hết nhãn mác được gắn vào thùng chứa bằng keo dán, thường được phủ trước sao cho nó có thể hoạt hóa bằng dung môi, nước, áp suất hoặc nhiệt.
- *Băng dính*: Băng dính tiêu thụ một lượng lớn giấy và keo dán. Tuy nhiên, băng dính gia cường gồm hai lớp giấy, gia cường bằng thủy tinh hoặc một số sợi khác đang ngày càng trở nên phổ biến.

11.1.4. Keo dán

Có rất nhiều các loại keo dán được sử dụng trong ngành công nghiệp giấy. Do sự khác nhau giữa các loại giấy và các loại máy móc cho nên không thể chuẩn hóa được quá trình sản xuất keo dán. Do vậy trong nhà máy sản xuất túi, hai dây chuyền sản xuất cạnh nhau có thể cần đến hai loại keo dán khác nhau. Sự khác nhau giữa các thiết bị và các vật liệu thô làm cho nhiệm vụ công nghệ trở nên rất khó khăn.

Các tính chất hóa học và vật lý yêu cầu đối với keo dán và sản phẩm keo dán thường không quá khắt khe. Do giấy có độ bền xé tương đối thấp nên lực 100psi là đủ đối với liên kết keo dán. Thậm chí tại giá trị thấp này, giấy sẽ bị rách trước khi đứt liên kết keo dán. Độ bền ẩm trong nhiều trường hợp là không quan trọng bởi hầu hết giấy đều phân hủy trong nước. Độ bền nhiệt cao cũng không quan trọng bởi hầu hết giấy đều cháy ở nhiệt độ cao. Do các yêu cầu không quá khắt khe cho nên có thể tận dụng các keo dán như vậy sản phẩm tạo ra có giá thành thấp.

Các keo dán dùng cho ngành công nghiệp giấy có thể được phân loại theo nguồn gốc của chúng.

11.1.4.1 Keo dán trên cơ sở protein

- 1) *Keo dán động vật* được tạo ra từ xương, da, các mô liên kết của động vật.
- 2) *Keo dán từ cá* được chiết từ xương và da cá. Nó tương tự như keo dán động vật nhưng ở dạng lỏng ở nhiệt độ phòng kể cả khi không dùng thiết bị hóa lỏng.
- 3) *Cazein* được chiết từ váng sữa. Keo dán cazein thường được dùng để dán nhãn các chai, hộp và bao gói. Chúng thường bao gồm kiềm, tác nhân chống nấm mốc và vi khuẩn. Chúng có độ bền nước lạnh tốt nhưng dễ dàng tan trong dung dịch xút. Với các tính chất này, nó phù hợp để dán nhãn mác các hộp, chai bia và đồ uống nhẹ.
- 4) Một lượng lớn cazein đang được sử dụng để phủ đất sét cho giấy tạo độ bóng.
- 5) *Các protein thực vật* protein đậu tương là một thành phần trong các hợp chất được sử dụng để gắn lớp phủ đất sét lên giấy.

11.1.4.2 Keo dán thực vật

- 1) *Nhựa cây* (gôm) là vật liệu có nguồn gốc thực vật có thể phân tán hoặc trương trong nước. Gôm arabic loại keo dán nhựa thực vật đã được dùng để dán tem thư. Nhựa thực vật không cho keo dán mạnh như keo dán động vật nhưng có tác dụng dính nhanh. Nhựa tragacath là một loại nhựa phân tán được trong nước được dùng làm tác nhân làm đặc cho keo dán tinh bột và protein.
- 2) *Tinh bột và dextrin* có thể phân tán hay tan trong nước để tạo nên hàng loạt các sản phẩm keo dán. Phân huỷ tinh bột bằng nhiệt, axit hay enzym thu được các dextrin. Chúng được dùng cho keo dán phong bì và tem thư. Tinh bột là keo dán được dùng trong sản xuất bia gộn sòng.

Các dẫn xuất ete và este của tinh bột cải thiện rõ ràng tính chất keo của tinh bột.

- 3) *Cao su tự nhiên và tái sinh* là cơ sở cho hầu hết các keo dán nhạy áp và keo dán tiếp xúc. Tuy nhiên trong vài năm trở lại đây đã có sự cạnh tranh từ phía các vinyl ete, butyl và một số loại tổng hợp khác cho nên ít sử dụng hồ.
- 4) *Các nhựa tự nhiên*. Hàng loạt các hợp chất nhựa hình thành trong tự nhiên đã tạo cơ sở cho các sản phẩm keo dán. Trong số đó, nhựa

thông các este và dẫn xuất của nó chiếm vị trí quan trọng. Tuy nhiên, gần đây nguồn cung cấp nhựa thông ngày càng cạn dần và các loại nhựa tổng hợp đang dần thay thế cho nhiều ứng dụng truyền thống. Asphan có lẽ là loại keo dán có giá thành thấp nhất được dùng để cán mỏng giấy khi màu sắc trở nên không quan trọng. Nó tạo thành hàng rào chống ẩm và cung cấp thêm một số ưu điểm.

Nhựa cánh kiến không phải là sản phẩm thực vật, nó là một khối polyme este - ancol - axit do côn trùng tạo ra trên cây.

11.1.4.3. Các keo dán vô cơ

Natri silicat. Muối vô cơ này được dùng rộng rãi để cán mỏng giấy-giấy trong sản xuất bìa gấp nếp và hàn gắn các hộp giấy đóng kiện. Tuy nhiên nó đang mất dần ưu thế bởi tinh bột và các keo dán tổng hợp

11.1.4.4. Các keo dán nhựa tổng hợp

- 1) *Sản phẩm ngưng tụ trên cơ sở focmandehit* với phenol, resorcinol, ure, và melamin. Chúng đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong ngành công nghiệp gỗ, nhưng các nhựa ure - focmandehit được sử dụng kết hợp với tinh bột để cung cấp khả năng chịu nước.
- 2) *Các vinyl.* Vinyl quan trọng nhất trong dán giấy là polyvinyl axetat. Nó cung cấp nhiều tính chất ưu việt như: hàm lượng rắn cao ở độ nhớt thấp; dạng nhũ tương không bắt cháy và không mất chi phí dung môi, tương hợp tốt với nhiều nhựa và tự nhiên tổng hợp, độ dính ban đầu tốt và đóng rắn nhanh. Bản chất nhiệt dẻo của polyvinyl axetat khiến nó phù hợp cho các keo dán nóng chảy. Dán giấy sách, túi, dán giấy, hộp gấp chỉ là một số ngành công nghiệp tiêu thụ lượng lớn vinyl axetat polyme. Cả homopolyme và copolyme đều cần đưa chất hóa dẻo và trộn lẫn khi sử dụng. Polyvinyl ancol được tạo ra do thủy phân một phần hay toàn bộ axetat cũng là một keo dán rất tốt. Nó là một loại bột tan trong nước và có thể được kết hợp với tinh bột, dextrin, và các sản phẩm khác. Độ tan và khả năng chịu nước phụ thuộc vào thành phần hóa học. Các polyvinylete cũng được quan tâm đặc biệt trong các công thức keo dán nhạy áp. Các acrylic dường như phù hợp hơn cho mục đích dán này và cũng đang được ứng dụng cho phủ đất sét giấy cho giấy.
- 3) *Cao su tổng hợp.* Các vật liệu này được dùng để dán giấy vào các bề mặt khó dán hơn như kim loại (lá mỏng), cao su, da, thủy tinh... Các cao su tổng hợp bao gồm butyl, polyisobutylen, neopren, butadien - acrylonitrin, butadien - styren, cao su clo hóa... Một số loại có thể phù hợp cho các keo dán nhạy áp và trong phủ giấy.

- 4) *Các keo dán tổng hợp.* Các polyamit được quan tâm đặc biệt làm keo dán nóng chảy cho giấy gói bánh và một số ứng dụng tương tự. Các silicon tạo nên loại keo dán có các đặc tính dán đặc biệt.

Do giấy có độ xốp cao và cấu trúc yếu nên nó là loại vật liệu rất dễ dán. Hầu như bất cứ loại keo dán nào cũng có thể dán giấy tốt. Vì những lý do này nên không nhất thiết phải chọn các keo dán đặc biệt cho bề mặt dán này. Tuy nhiên chúng có thể lựa chọn theo các điều kiện ứng dụng.

11.1.5. Dán sợi và giấy

Việc sử dụng keo dán đã góp phần tạo nên rất nhiều sản phẩm hữu dụng từ giấy và sợi. Các sản phẩm này bao gồm từ các sản phẩm dán giấy đơn giản đến các cấu trúc phức tạp như thùng lặn, khinh khí cầu. Keo dán cho các sản phẩm giấy và sợi gồm ba loại chính: dán giấy, dán sợi, đóng gói và dán nhãn mác.

- a) ***Keo dán giấy:*** Các vật liệu này được phân loại theo: keo dán tạm thời, keo dán giấy trực tiếp và keo dán giấy kết hợp.
- *Keo dán tạm thời:* Các keo dán này nhằm mục đích gắn sản phẩm giấy với nhau trong khoảng thời gian ngắn. Chúng được dùng ở dạng băng dính nhạy áp có thể cung cấp đủ độ bền và có thể dễ dàng bóc ra mà không làm rách nền.
 - *Keo dán trực tiếp:* Các keo dán này dùng cho mục đích dán giấy bình thường. Chúng sẵn có ở dạng hồ, lỏng, rắn; mỗi dạng đều có những ưu điểm riêng.
 - *Keo dán hoạt hóa ẩm.* Chúng có ở dạng băng phết keo có thể dễ dàng áp dụng chỉ cần làm ẩm bề mặt. Loại này không phù hợp cho các ứng dụng tiếp xúc liên tục với độ ẩm cao hoặc phải ngâm trong nước. Hai loại chính là: một loại để chế tạo băng dính, một loại dùng cho băng dính hoàn thiện. Gôm arabic và gôm tragacath là hai trong số hàng loạt các keo dán được sử dụng để tạo băng dính hoàn thiện.

Gôm arabic, được dùng chủ yếu cho tem thư và nhãn mác, đôi khi cũng được dùng ở dạng lỏng. Nó có khả năng chống tạo khối gây ra do độ ẩm cao. Do bản chất giòn nên gôm tragacanth được kết hợp cùng với các chất dẻo hóa trước để tạo băng dính. Tuy nhiên nó thường được dùng làm tác nhân chống tạo khối cùng với các keo dán hoạt hóa ẩm khác và làm tác nhân làm đặc cho keo dán tinh bột và protein.

- *Keo dán lỏng.* Đây là vật liệu sử dụng ngay tạo liên kết sau khi dung môi hữu cơ hay nước bay hơi. Sản phẩm trên cơ sở dung môi hữu cơ có khả năng chịu nước. Keo dán cao su chứa dung môi hữu cơ

bất lửa dán giấy mà không làm nhăn, quần, hay co giấy. Hơn thế nữa chúng có thể được loại bỏ khi làm khô nhờ cạo mà không làm mất màu nền giấy. Dịch nhầy có chứa nước là một keo dán đóng rắn tương đối nhanh nhưng có thể tạo ra một số nếp nhăn. Nó chống được nấm mốc do đã thêm chất bảo quản.

- *Keo dán dạng hồ*. Tương tự keo dán lỏng, keo dán dạng hồ được sử dụng ngay và tạo liên kết sau khi làm bay hơi lượng nhỏ dung môi sử dụng. Chúng không dễ áp dụng nhưng không làm nhăn, nhăn hay vênh giấy khi có mặt nước và dung môi. Dạng hồ, tùy thuộc vào từng loại, có thể thêm một lượng nước nhỏ để tăng cường đặc tính quét.
- *Keo dán dạng rắn*. Keo dán loại này đòi hỏi phải chuẩn bị dung dịch trước khi sử dụng. Tuy nhiên, nhựa cũng có thể được sử dụng như là một keo dán nóng chảy với điều kiện phải có thiết bị xử lý đặc biệt. Khi được dùng như một keo dán nóng chảy thì có thể thu được liên kết nhanh chóng. Keo dán này có khả năng chịu nước nhưng độ bền dung môi hữu cơ kém.
- *Keo dán giấy hỗn hợp*: Keo dán này được kết hợp chủ yếu để dán giấy với các vật liệu khác và với loại giấy khác. Chúng thường có ở dạng lỏng và rắn.

Keo dán lỏng, như các keo dán giấy trực tiếp dạng lỏng ở trên, là vật liệu sử dụng ngay và tạo liên kết sau khi dung môi bay hết. Xenlulo nitrat là loại keo dán phù hợp cho dán giấy, sợi, thủy tinh, da, kim loại và một số loại nhựa cho liên kết có khả năng chịu nước. Các keo dán vinyl dán các vật liệu giống xenlulo nhưng không có nguy cơ bắt lửa; tuy nhiên loại này không cho độ bền âm bằng loại trên.

b) Keo dán sợi

Vật liệu dán được phân loại theo: keo dán sợi trực tiếp, keo dán sợi phủ và keo dán sợi kết hợp.

- *Keo dán sợi trực tiếp*: Keo dán này được dùng cho các mục đích chung, từ gắn các vải lều trại đến các ga trải giường. Chúng thường có ở dạng lỏng và dạng băng.

Keo dán lỏng này cũng là vật liệu sử dụng ngay, tạo liên kết sau khi dung môi bay hơi. Keo dán cao su nitrin cho liên kết mềm dẻo mà có khả năng chịu nước và nhiệt độ cao tới 71°C . Chúng phù hợp với những ứng dụng chịu điều kiện ngoài trời khắc nghiệt như lều bạt.

Keo dán dạng băng dùng để gắn vật liệu với các mối gắn vải. Băng dính cao su nitrin tương tự như keo dán nitrin lỏng cho độ bền trượt đồng nhất, nhưng độ bền bóc chỉ bằng một nửa. Nó phù hợp để sản xuất lều bạt, gia

cường các panel, phân bố áp lực cho miếng vá. Dải bông ngâm nhựa nhiệt dẻo được dùng để vá vải, đặc biệt là ga trải giường bằng cách là băng dính trực tiếp lên vùng cần vá. Miếng vá này có thể giặt được trong nước nóng.

- *Keo dán sợi phù:* Sợi cho một số ứng dụng nhất định được phủ nhựa vinyl hay cao su để tăng khả năng chịu nước, thời tiết và sử dụng. Các keo dán lỏng được kết hợp đặc biệt cho các vật liệu phủ này.

Sợi phủ vinyl có thể được gắn bằng các keo dán trên cơ sở polyvinyl clorua, cao su tổng hợp, cao su vinyl - phenolic biến tính và cao su vinyl biến tính. Chúng đều đông rắn ở nhiệt độ phòng và có khả năng chịu nước.

Sợi phủ neopren được gắn bằng các keo dán neopren, tùy thuộc vào loại, sẽ đông rắn ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ cao. Các keo dán này phù hợp để sản xuất và sửa chữa các áo phao, bình lặn và các phương tiện cứu hộ khác sử dụng trong nước.

Các sợi phủ cao su khác có thể được gắn bằng các keo dán trên cơ sở cao su tự nhiên đông rắn ở nhiệt độ phòng. Chúng cũng phù hợp để dán kính khí cầu và phương tiện cứu hộ trên nước.

- *Keo dán sợi hỗn hợp:* Rất nhiều keo dán giấy hỗn hợp như xenlulo nitrat, vinyl và tinh bột thích hợp để dán sợi hỗn hợp. Ngoài ra còn có một số loại khác được kết hợp đặc biệt để dán sợi. Chúng đều ở dạng lỏng, sử dụng ngay.

Nhựa dầu (olcoresin) phù hợp để dán sợi bông vào gỗ, dùng cho các ứng dụng trong nước cho thuyền, phao. Keo dán ngăn không cho nước muối loãng ngấm vào thuyền.

Keo dán cao su nitrin được dùng để dán sợi vào cao su tổng hợp, nhựa, kim loại tạo các mối gắn mềm dẻo, bền dầu bôi trơn và bền nhiên liệu thơm.

Keo dán có độ bền môi trường nhất định phù hợp để dán các loại sợi phủ nhựa, cao su, vào các loại vật liệu khác nhau. Trước tiên là thích hợp cho những ứng dụng tiếp xúc với nước, dầu và không khí. Thứ hai là thích hợp cho những ứng dụng tiếp xúc với gasolin. Thứ ba là đặc biệt thích hợp cho những ứng dụng tiếp xúc với các chất lỏng thơm. Không nên dùng loại nào trong số chúng để dán cho những ứng dụng cứu hộ dưới nước. Trong các ứng dụng dưới nước nên dùng loại cao su neopren và cao su tự nhiên.

Chương XII

KEO DÁN NHỰA

12.1. Dán nhựa

Nhựa có thể được dán với nhau, với các nhựa khác hay với các kiểu bề mặt dán khác. Phương pháp dán được chọn và công nghệ sử dụng phụ thuộc vào bề mặt được dán, dụng cụ sẵn có và mục đích sử dụng cuối cùng.

Dán nhựa bằng keo dán cho một số ưu điểm hơn so với các phương pháp gắn cơ học khác. Đó là: (1) phân bố ứng suất đồng đều hơn trên diện tích được gắn; (2) Tỷ lệ độ bền/ khối lượng cao; (3) đường gắn phẳng; (4) có thể gắn các bộ phận có hình dạng phức tạp; (5) có thể gắn các tấm mỏng, cứng hay mềm; (6) bền độ ẩm, hóa chất, nhiên liệu và khí; (7) dập tắt dao động; (8) tăng điện trở hay cung cấp độ dẫn điện khi được trộn hợp đặc biệt; (9) hoạt động đơn giản hơn và kinh tế hơn.

Nhựa thường được phân loại thành nhựa nhiệt dẻo và nhựa nhiệt rắn. Nhựa nhiệt dẻo được đặc trưng bởi khả năng chảy mềm gặp nhiệt hay chịu lực tác dụng trong thời gian dài. Nhựa nhiệt dẻo vô định hình tan trong một số dung môi chọn lọc. Nhựa nhiệt dẻo dạng tinh thể không tan trừ khi gặp nhiệt độ cao. Nhựa nhiệt rắn là các polyme liên kết ngang được đặc trưng bởi tính không chảy và không tan. Chúng không tạo thành dòng chảy khi có nhiệt tác dụng. Mặc dù chúng có thể trương trong dung môi nhưng chúng vẫn không tan trong dung dịch. Rõ ràng là nhựa nhiệt rắn không thể gắn được bằng phương pháp nóng chảy hay bằng cách dán dung môi. Chỉ có thể gắn hiệu quả các nhựa nhiệt rắn này bằng keo dán. Trái lại trong rất nhiều trường hợp có thể gắn nhựa nhiệt dẻo bằng phương pháp nóng chảy hay bằng cách dán dung môi.

Để có thể hiểu rõ hơn về nguyên tắc dán, trước tiên cần phải xác định rằng bám dính là hiện tượng bề mặt, nó không phụ thuộc vào lớp bên trong của vật liệu dán. Có hai kiểu bám dính: hóa học và cơ học. Bám dính cơ học là liên kết cơ học keo dán với một vật liệu dán xốp. Keo dán chảy vào lỗ xốp hay qua khe hở của bề mặt dán và khi đông rắn tạo mối gắn như sợi chỉ khâu qua nền. Bám dính hóa học thường do lực hóa trị dư của cùng loại gây nên sự kết dính. Thường thì việc lựa chọn một keo dán sẽ phụ thuộc vào tính phân cực hay khả năng phân cực của bề mặt dán.

Các bề mặt dán cần phải sạch trước khi dán. Việc làm sạch có thể bằng một dung môi thích hợp, mài mòn cơ học hoặc xử lý hóa học.

- *Hàn nhiệt:* Hầu hết các nhựa nhiệt dẻo có thể được gắn bằng phương pháp hàn nhờ đốt nóng nhựa cho tới khi đủ để chảy dưới áp suất thấp. Xenlulo nitrat không được hàn nhiệt vì nó có nguy cơ cháy. Hầu hết các nhựa nhiệt dẻo khác có thể được gắn bằng nhiệt hoặc hàn nhiệt nhờ làm nóng bề mặt nhựa được gắn tới 163-205⁰C tùy loại nhựa. Bề mặt cần phải tiếp xúc ngay lập tức (trong vòng một vài giây) và tác dụng vừa đủ lực để có thể gắn đồng đều mà không quá mạnh. Không nên tác dụng quá nhiệt bởi có thể tạo bọt do đề polyme hóa hoặc có thể bị cháy. Nhiệt độ của dụng cụ hàn, thời gian tiếp xúc với các bề mặt nhựa và áp lực sử dụng phụ thuộc vào loại nhựa và độ dày của nhựa.

Hàn khí nóng là công nghệ thường được dùng để gắn các nhựa nhiệt dẻo với nhau. Như với các phương pháp hàn nhiệt khác, polyvinyl clorua và polyme olefin polyetylen tỷ trọng cao và thấp cũng như polypropylen là đặc biệt thích hợp để hàn khí nóng. Một súng nhiệt sử dụng nguồn khí nóng hoặc điện được sử dụng với nhiệt độ đầu súng từ 218-371⁰C. Đối với polyme olefin thì khí phải là khí trơ bởi oxy trong không khí sẽ oxy hóa các bề mặt nhựa và làm giảm đặc tính nóng chảy của chúng. Đặc biệt chú ý rằng các bề mặt phải thật sạch trước khi dán. Một que hàn cùng loại nhựa thường được dùng để tạo liên kết giữa hai tấm nhựa. Các đầu được gắn được đặt thẳng với khoảng cách giữa chúng là 30-60mm. Nhiệt được định hướng ở đầu que hàn được giữ gần tiếp xúc với khe được lấp kín. Hai tấm nhựa nhiệt dẻo cũng được gắn bằng phương pháp hàn khí nóng. Để đạt được độ bền tối đa thì nên để mỗi hàn này nguội vài giờ trước khi tác dụng lực, đặc biệt đối với các polyme kết tinh cao như polyolefin, nylon và polyfocmandehit hay polyoxymetylen.

Hàn nhiệt thường được dùng để gắn các màng nhựa mỏng. Có thể tác dụng nhiệt vào cả hai mặt được gắn hoặc chỉ vào một mặt. Phương pháp tác dụng nhiệt vào cả hai mặt thường dễ có tác dụng hơn bởi cả hai tấm nhựa đều được tác dụng nhiệt sẽ đồng bộ hơn là chỉ tác dụng nhiệt vào một mặt. Có thể dùng thiết bị dạng kẹp hay dạng lăn, thường phải phủ "Teflon" để tránh cho nhựa không bị dính vào thiết bị hàn. Một số thiết bị gắn khác như: sắt nóng, sắt hàn, các tấm nóng... Cần phải chú ý cung cấp đủ áp lực, thời gian, nhiệt độ để đạt được mức nóng chảy đồng đều và hoàn toàn nhưng nhựa vẫn không bị dính vào thiết bị. Điều này đặc biệt quan trọng nếu như chỉ tác dụng nhiệt vào một mặt khi một hoặc cả hai mặt đều rất mỏng. Xenlophan không phủ và polyetylen terephthalat không phủ không thể gắn bằng nhiệt.

Hàn xoay là phương pháp dùng nhiệt ma sát tạo ra bởi que nhựa xoay khi tiếp xúc với mảnh nhựa khác. Các dạng que, dạng đĩa, trụ thường được gắn bằng phương pháp xoay. Mức độ trùng hợp cao ở nhựa là đặc trưng mong muốn do monome dư trong nhựa bay hơi ở nhiệt độ cao tạo ra bởi ma sát để lại bột, mối liên kết yếu hơn. Cần phải có đủ áp lực trong suốt quá trình hàn xoay để loại bột khí. Phải tiếp tục duy trì áp lực cho tới khi mối hàn đóng rắn. Vật liệu hình trụ có đường kính rộng thường được đưa vào vùng tiếp xúc dạng hình chóp để cân bằng nhiệt độ ma sát giữa trung tâm và vùng ngoại vi của hai que hàn. Do phần trung tâm có vận tốc thấp hơn phần ngoại vi nên áp lực tập trung vào phần trung tâm trong suốt quá trình xoay để khởi đầu quá trình hàn.

12.1.1. Dán bằng dung môi

Nhựa nhiệt dẻo kiểu vô định hình (phi tinh thể) có thể được gắn với nhau nhờ sử dụng dung môi thích hợp, dung dịch polyme - dung môi hay các hợp chất monome. Khi gắn hai nhựa khác nhau của loại này thì thường dùng keo dán polyme. Nhờ sử dụng các thông số độ tan có thể dễ dàng tìm được dung môi thích hợp cho mỗi loại nhựa.

Không nên chọn các dung môi bay hơi quá nhanh hay quá chậm. Dung môi bay hơi nhanh dễ tạo các vùng không được dán, tạo liên kết không đồng đều. ở đây các dung môi bay hơi chậm có thể thích hợp hơn nhưng đòi hỏi thời gian dài hơn mới có thể thu được liên kết thoả mãn. Người sử dụng thường kết hợp dung môi bay hơi chậm với loại bay hơi nhanh. Đối với các nhựa cứng thường xảy ra hiện tượng rạn nứt. Đặc biệt với polymetyl metacrylat và polystyren không biến tính. Do đó không nên dùng dung môi bay hơi nhanh để gắn các nhựa này. Rõ ràng là các liên kết chịu lực áp dụng càng cao thì khả năng bị rạn nứt càng lớn. Cần phải đặc biệt chú ý khi chọn dung môi cho liên kết phải chịu tải liên tục.

Dung môi thường kết hợp với nhựa polyme hay dài polyme để tạo đặc tính gắn khe hở cho keo dán, để làm giảm tốc độ đóng rắn sao cho dung môi có thể thấm tốt hơn vào bề mặt dán, giảm độ co ở mối gắn nhờ tăng ứng suất nội.

a) Dán dung môi cho nhựa giống nhau

- *Phết keo:* Keo dán được quét lên cả hai bề mặt dán và gắn hai bề mặt này với nhau khi chúng còn ẩm. Người ta thường cố định các phần này cho tới khi liên kết đóng rắn. Thường phải mất vài ngày thì dung môi mới bay hơi hoàn toàn. Do đó không nên để liên kết chịu lực tác dụng quá cao khi nó chưa đóng rắn hoàn toàn. Đôi khi phải phủ phần

nhựa gần kề với phần sẽ đưa keo dán lên để tránh cho bề mặt nhựa không bị ảnh hưởng khi keo dán dính vào.

- *Phun:* Phương pháp này thường được dùng khi dán các mảnh lớn hoặc khi phải dán nhiều tấm. Ưu điểm lớn nhất của phương pháp này là keo dán được phun rất đều, nhưng cũng cần phải phủ phần bề mặt nhựa gần kề. Khi phun thì cần có hệ thống thông gió phù hợp để tránh ảnh hưởng tới sức khoẻ. Mặc dù phun là phương pháp ứng dụng nhanh nhưng thường tốn nhiều keo dán hơn so với phương pháp phết keo.
- *Nhúng:* Bề mặt dán được nhúng vào keo dán trong khoảng từ 1 giây đến 30 phút tùy thuộc vào loại nhựa nền và loại keo dán sử dụng. Bề mặt được nhúng cho tới khi mềm rồi được lấy ra và gắn với nhau.
- *Dùng đệm ni:* Phương pháp này sử dụng một tấm đệm ni dày nhúng một phần vào thùng dung môi. Dung môi thấm qua sợi ni theo kiểu mao dẫn do đó bề mặt luôn được giữ ẩm. Bề mặt nhựa được dán sẽ tiếp xúc với ni cho tới khi đủ mềm. Phương pháp này đặc biệt thích hợp cho những ứng dụng yêu cầu tác dụng dán nhanh nhưng không đòi hỏi liên kết quá bền và không nhất thiết phải phủ phần bề mặt gần kề.

b) Keo dán dung môi sử dụng cho một số loại nhựa chính

Có rất nhiều loại keo dán dung môi dùng cho các loại nhựa khác nhau, song phần này chỉ tập chung chủ yếu tới một hay hai phương pháp dán mỗi loại nhựa với nhau.

- *Các acrylic:* Acrylic thường được dán bằng hỗn hợp gồm 60 phần metylen clorua, 40 phần metyl metacrylat monome và 0,2 phần benzoyl peroxit. Có thể phân tán các mảnh polyme trong keo dán này để đạt được độ đặc mong muốn. Do chúng tương đối mềm nên các phần acrylic đúc hay ép được làm ẩm bằng keo dán bằng cách quét hay phun và đưa vào gắn ngay. Cần phải tránh sự kéo căng bởi các acrylic này có khả năng tạo ứng suất nứt. Các tấm này cần được ngâm trong keo dán để đạt được độ mềm hợp lý trước khi dán. Nhúng khoảng 15-30 phút trong etylen diclorua là đủ. Axit axetic băng cũng làm mềm vật liệu acrylic nhưng phải nhúng trong khoảng 60 phút mới hiệu quả. Như hầu hết các loại nhựa khác, mỗi gắn phải được để ổn định trong vài giờ ở nhiệt độ phòng.
- *Các polyme xenlulo:* Xenlulo axetat rất dễ gắn. Có thể dùng axeton để thu được liên kết rất nhanh. Một keo dán thoả mãn gồm

60 phần axeton, 30 phần metyl xenlulo và 10 phần xenlulo axetat. Hỗn hợp này được đưa lên bề mặt dán và các bề mặt được gắn vào nhau ngay lập tức. Nên tác dụng một lực nhẹ trong khoảng 5-15 phút để đảm bảo tiếp xúc đầy đủ khi diễn ra quá trình đông rắn.

Dùng hỗn hợp sau gắn các xenlulo axetat butyrat cho các liên kết tuyệt vời: 40 phần axeton, 40 phần etyl axetat, và 20 phần xenlulo axetat butyrat. Khi gắn các bề mặt với nhau phải luôn giữ chúng tiếp xúc cho tới khi liên kết trở nên cứng.

Xenlulo nitrat, axetat và axetat butyrat có thể được dán bằng rất nhiều loại dung môi. Các loại thường sử dụng là axeton, metyl hay etyl axetat. Hợp chất gồm xenlulo nitrat, etyl axetat và axeton tạo nên một loại keo dán rất phù hợp cho cả ba loại polyme xenlulo này.

Etyl xenlulo có thể được gắn với nhau bằng dung dịch gồm: polyme hòa tan trong 80 phần etyl axetat và 20 phần ancol.

- *Polycacbonat*: Polycacbonat có thể gắn hiệu quả với chính nó nhờ sử dụng dung dịch sau: 40 phần polyme, 147 phần metylen clorua và 80 phần etylen diclorua. Nhựa này cũng có thể hàn nhiệt với N_2 nóng hay không khí nóng ở nhiệt độ ngọn lửa 600- 650°C. Nó cũng có thể được gắn nhờ hóa lỏng bề mặt bằng thanh kim loại nóng ở 350°C từ 2-5 giây.
- *Polyvinyl ancol*: Nước với 10 hoặc 20% glyxerin có thể được dùng để gắn polyvinyl ancol (PVA), mặc dù gắn nhiệt cũng có thể được. Gắn nhiệt PVA cũng cần sử dụng nước.
- *Polystyren*: Rất nhiều vật dụng gia đình và đồ chơi trẻ em được gắn nhanh bằng cách làm ẩm bề mặt polystyren bằng dung môi phù hợp như toluen hay xylen, giữ bề mặt tiếp xúc trong vòng 30 giây đến 1 phút để đông rắn. Trong rất nhiều trường hợp có thể làm tăng độ đặc của keo dán bằng cách hòa tan một ít polyme vào. Không nên dùng dung môi nhanh khô bởi chúng có thể làm nứt nhựa. Dung môi bay hơi rất chậm như etyl naphtalen sẽ cho các mối gắn không có vết rạn nứt và có độ trong quang học tới vài năm, nhưng dung môi này đòi hỏi thời gian dài mới có hiệu quả gắn. Có thể dùng kết hợp dung môi bay hơi nhanh và dung môi bay hơi chậm. Dung môi bay hơi nhanh bao gồm etyl axetat, metyletyl xeton và metylen clorua. Các dung môi khô với tốc độ trung bình là: pecloetylen và tricloetylen. Polyetyl styren có thể được gắn hiệu quả bằng dung môi của tricloetylen.
- *Polyvinyl clorua*: Polyvinyl clorua (PVC) và copolyme axetat của nó có thể được gắn nhờ sử dụng dung môi chứa xeton. Với vinyl clorua-axetat thì độ tan tăng khi tăng tỷ lệ axetat. Các hydrocacbon là dung

môi tốt cho các copolyme này. Metyl etyl xeton (MEK) và metyl isobutyl xeton (MIBK) thường được dùng làm dung môi hay thành phần của dung môi để gắn copolyme polyvinyl clorua - axetat trọng lượng phân tử thấp và trung bình. Các copolyme PVC - axetat và homopolyme vinyl clorua trọng lượng phân tử cao thường đòi hỏi cyclohexanon mạnh hơn hay thậm chí cả tetrahydro furan. Có thể đưa thêm một lượng nhỏ chất dẻo hóa, từ 2-5% dioctylphtalat (DOP) để cải thiện độ mềm dẻo tại môi nối và giảm ứng suất. Axit axetic đôi khi được đưa thêm vào dung môi để tăng độ bám sâu của keo dán. Thường dùng một hỗn hợp dung môi và không dung môi. Một hỗn hợp như vậy bao gồm: 20 phần dioxan, 12 phần metanol, 60 phần MEK, 3 phần DOP, 2 phần axit axetic băng, và 3 phần isophorone. Việc phân tán các mảnh nhựa sẽ tăng độ nhớt cho dung dịch và tăng tính hiệu quả của keo dán khi gắn hai bề mặt không phẳng, do đó tạo tiếp xúc đầy đủ trên toàn bộ diện tích dán. Trong việc gắn màng hay tấm polyvinyl clorua với nhau thì có thể dùng công thức sau đây để dán:

Tỷ lệ khối lượng	Vật liệu
100	nhựa polyvinyl clorua trọng lượng phân tử trung bình
100	tetrahydro furan
200	metyl etyl xeton
1.5	chất ổn định cơ thiếc
20	dioctylphtalat
25	metyl isobutyl xeton

Keo dán này cũng có thể được dùng để gắn PVC với nhau. Cần phải hết sức cẩn thận khi sử dụng keo dán này bởi tetrahydrofuran có tính độc, nên có hệ thống thông gió đầy đủ.

12.1.2. Dán bằng keo

Dùng keo dán để dán nhựa là phương pháp tiện dụng, có thể gắn nhựa này vào nhựa khác hay dán nhựa vào bề mặt dán không nhựa. Không giống như phương pháp hàn nhiệt làm chảy cơ học tại nhiệt độ chảy mềm của nhựa hay dán bằng dung môi sử dụng dung dịch vật lý của bề mặt dán nhựa và sau đó bay hơi dung môi dư, dán bằng keo phụ thuộc chủ yếu vào độ bám dính đặc biệt và hóa học. Vật liệu không giống nhau được giữ với nhau bằng một vật liệu chung, khác với cả hai vật liệu được dán.

Việc chọn keo dán phù hợp phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Cần phải xem xét kỹ lưỡng phương pháp dán cũng như loại keo dán cho mỗi ứng dụng nhất định. Mỗi dán phải có khả năng chịu được hầu hết các loại ứng suất khi sử dụng. Việc chọn keo dán phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- Loại, mức độ, thời gian áp lực tác dụng vào mỗi gắn.
- Điều kiện môi trường mà mỗi gắn sẽ phải tiếp xúc.
- Kiểu vật liệu dán.
- Hình dạng của diện tích được dán.
- Thời gian tối đa cho phép, nhiệt độ và áp lực cho quá trình đóng rắn.
- Thiết bị sẵn có (áp lực, nguồn nhiệt, phương pháp xử lý hóa học, giá cố định...).
- Kinh tế.
- Phương pháp ứng dụng mong muốn (quét, nhúng, phun, trát...).

Các keo dán nhựa nhiệt dẻo thường phù hợp để gắn các nhựa khi các mối gắn sẽ không phải tiếp xúc với nhiệt độ cao hay phải chịu tải liên tục. Tuy nhiên chúng không có độ bền dung môi và có đặc tính chảy kém. ảnh hưởng của dung môi trong keo dán lên nhựa nhiệt dẻo cần phải được xem xét. Nhiệt độ đóng rắn của keo dán cần luôn phải giữ dưới điểm chảy mềm của nhựa. Nói chung, các epoxy hay epoxy biến tính cho độ bám dính tốt với nhựa nhiệt rắn.

Bề mặt của các nhựa nhiệt rắn có thể được lau sạch bằng một vài sạch thấm dung môi loại dầu mỡ hiệu quả như axeton, MEK, toluen, naphtha dầu mỏ sôi thấp hoặc tricloetylen để loại dầu mỡ dư, bụi, dầu mỡ, các tạp chất khác... Nên phun cát bề mặt nhựa để loại bỏ vết các tác nhân gây nấm mốc như dầu mỡ silicon, thường rất khó loại bỏ hoàn toàn. Vết dầu mỡ hay tạp chất sẽ làm giảm độ bền liên kết. Nhựa nhiệt dẻo tinh thể có thể được lau sạch bằng axeton. Một số cần được xử lý hóa học để có được đặc trưng bám dính bề mặt tốt. Nhựa vô định hình, phi tinh thể cần phải được rửa sạch bằng dung môi mà không ảnh hưởng đến nhựa. ở một số trường hợp cần phải phun cát.

Khi dán nhựa vào kim loại, sứ, thủy tinh... thì việc chọn keo dán một phần được quyết định bởi sự khác biệt hệ số giãn nở nhiệt của bề mặt được dán nếu mỗi dán phải chịu nhiệt độ quá cao hay quá thấp. Do hệ số nhiệt của nhựa cao hơn đáng kể so với hệ số nhiệt của chất được dán khác nên đòi hỏi keo dán phải chịu được phân bố ứng suất ở nhiệt độ các cực trị nhờ bản chất đàn hồi của nó. Mặt khác keo dán polyme có thể được độn bằng chất độn vô cơ có xu hướng giảm khoảng cách giữa hệ số của các bề mặt được dán.

Một ví dụ về ứng suất có thể tạo ra do sự khác nhau về hệ số nhiệt được đưa ra dưới đây. Một epoxy biến tính polysulfua được dùng để gắn xenlulo axetat butyrat vào magie và cho độ bền liên kết tốt ở nhiệt độ phòng. Khi mẫu được đưa xuống nhiệt độ 18°C thì chúng bị rời ra ở một keo dán bởi hệ số giãn nở nhiệt khác nhau. Vấn đề hệ số nhiệt của bề mặt dán không tồn tại khi xenlulo axetat butyrat được gắn với nhau hay gắn magie với nhau với cùng một loại keo dán và các mẫu này vẫn duy trì độ bền ở nhiệt độ 18°C . Nếu ứng dụng gặp vấn đề về hệ số nhiệt thì nên dùng lớp keo dán dày hơn hoặc dùng hệ dán keo hai lớp. Trong một số trường hợp, một keo dán có thể dán tốt bề mặt vật liệu này nhưng lại kém với bề mặt vật liệu kia. Khi đó có thể dùng một lớp lót dán cả hai keo dán vào bề mặt dán kém. Ví dụ khi dán nylon vào thép thì keo dán resorcinol - focmandehit sẽ dán tốt vào nylon nhưng dán yếu vào thép. Bằng cách lót thép bằng một nitrin - phenolic hay một epoxy và đóng rắn lớp lót này thì có thể dùng resorcinol - focmandehit để gắn thép với nylon và thu được mối gắn tốt. Nếu mối gắn chỉ phải chịu ứng suất trượt hay kéo căng thì lớp lót epoxy là thích hợp hơn. Mặt khác nếu phải chịu ứng suất bóc cao hay tải trọng va đập thì nên dùng lớp lót cao su. Nên phủ lớp keo dày (lớp mỏng dày tới vài mm).

Như đã đề cập ở trên, việc chọn keo dán phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Nói chung, không nên dùng keo dán loại giòn cho những ứng dụng đòi hỏi độ bền va đập, bóc tách cao. Tuy nhiên chúng có thể được dùng trong những trường hợp nếu như có một lớp lót keo dán dày được áp dụng làm lớp lót.

Loại keo dán có thể được dùng để gắn nhiều loại nhựa khác nhau và kỹ thuật gắn để đạt được liên kết hiệu quả sẽ được mô tả sau.

a) Các nhựa nhiệt dẻo

- *Acrylic*: Có thể đạt được độ bám dính tuyệt vời khi dùng keo dán resorcinol - focmandehit để dán polymetyl metacrylat. Trước khi dán nhựa phải lau sạch vết dầu mỡ, bụi và chất khác bằng giẻ sạch thấm metanol. Độ bền liên kết tại nhiệt độ phòng sẽ cao hơn cả độ bền của nhựa.

Polymetyl metacrylat (PMMA) có thể được dán hiệu quả bằng keo dán polyurethan nhưng độ bền liên kết có thể giảm khi nhiệt độ môi trường lên tới 71°C . Bằng cách dùng epoxy polysulfua lót bề mặt nhôm và gắn PMMA vào nó bằng một keo dán polyurethan, có thể thu được liên kết chắc ở nhiệt độ trong khoảng $18-71^{\circ}\text{C}$. Khi kiểm tra, sự hư hỏng vẫn xảy ra đối với PMMA ở tất cả các trường hợp, mặc dù có sự khác

nhau về hệ số giãn nở nhiệt của nhôm và nhựa, nguyên nhân chủ yếu ở đây là do bản chất đàn hồi của keo dán polyurethan. Trừ những ứng dụng không yêu cầu độ bền liên kết cao, không nên dùng keo dán để dán PMMA.

Keo dán polyeste không có thể được dùng để dán PMMA. Tuy nhiên liên kết có độ bền trượt tương đối thấp ở 18°C, nguyên nhân là do keo dán này giòn ở nhiệt độ thấp.

Có nhiều keo dán dung môi nhựa acrylic phù hợp để dán PMMA vào vinyl, xenlulo và cao su. Khi dán PMMA vào các nhựa khác, cần phải xem xét cẩn thận bởi các chất dẻo hóa trong các nhựa kia có thể chuyển sang PMMA như vậy sẽ gây ảnh hưởng xấu đến nhựa, chẳng hạn như bị rạn nứt.

- *Dẫn xuất xenlulo.* Nên dùng metanol để làm sạch bề mặt các polyme này.

Có thể dán xenlulo nitrat vào nhiều các nền khác bằng cách dùng dung dịch polyme. Keo dán sẽ cung cấp độ bền liên kết tương đương với độ bền của nhựa. Dung môi của keo dán này sẽ làm mềm bề mặt của xenlulo nitrat. Như trong các trường hợp dung môi làm mềm nhựa khác cần phải cẩn thận không nên tác dụng lực quá mạnh bởi có thể làm biến dạng bề mặt phân cách của mối nối. Keo dán này cũng dán tốt với xenlulo axetat (CA) và xenlulo axetat butyrat (CAB). Có thể dùng keo dán xenlulo nitrat để dán etyl xenlulo nhưng hiệu quả không tốt bằng.

Các keo dán polyurethan có thể dán tốt với xenlulo nitrat, CA và CAB tại các nhiệt độ trong khoảng 18-71°C, nhưng độ bền liên kết sẽ giảm nếu nhiệt độ vượt quá giới hạn trên. Các keo dán xyanoacrylat dán tốt với xenlulo nitrat. Chúng cũng được dùng để dán CA và CAB rất hiệu quả.

Có thể dùng các keo dán epoxy để dán etyl xenlulo và cho độ bền liên kết tương đối tốt. Các keo dán nitrin - phenolic và keo dán dung môi neopren cho độ bền liên kết tương đối thấp.

- *Nylon:* Có thể dùng axeton để lau sạch bề mặt nylon. Keo dán resorcinol - focmandehit dán nylon 6-6 rất hiệu quả. Độ bền của liên kết có thể cao hơn độ bền của nhựa. Như đã đề cập ở trên, để có thể dán kim loại như nhôm, thép và titan với độ bền liên kết cao thì cần phải lót bề mặt kim loại bằng một lớp keo dán epoxy, đóng rắn keo dán, sau đó dán nylon vào bề mặt đã được lót bằng keo dán resorcinol - focmandehit.

Các epoxy chỉ dán vào nylon với độ bền liên kết tương đối, độ bền trượt chỉ khoảng 450psi. Có thể dùng keo dán nitrin - phenolic và dung môi neopren để dán nylon nhưng cho độ bền liên kết thấp.

Để dán nylon hay tơ với cao su có thể dùng hỗn hợp latex butadien - styren - vinylpyridin và resorcinol - focmandehit. Tỷ lệ nhựa so với cao su là 10-20/90-80 đối với lốp xe và 50-95/50-5 khi dán gỗ hay kim loại.

- *Polycacbonat*: Bề mặt của nhựa này có thể được làm sạch bằng metanol trước khi tiến hành dán. Với nhựa này có thể dùng một số loại keo dán cho độ bền liên kết cao. Khi dán nhựa này vào thép bằng hỗn hợp keo dán polyste không no - styren thì độ bền trượt đạt được khoảng 1800psi. Dùng keo dán urethan để dán nhựa vào thép cho độ bền trượt khoảng 1500psi, trong khi epoxy polysunfua cho độ bền trượt khoảng 1200psi. Keo dán xyanoacrylat cho độ bền trượt 1100psi.
- *Olefin polyme*: Olefin polyme không xử lý thì không thể thu được độ bền liên kết cao đối với hầu hết các ứng dụng. Tuy nhiên, để dán các màng mỏng này (độ dày 1-2mm) hay để cán mỏng thì có thể dùng các loại keo dán sẵn có với độ bám dính thoả mãn. Chúng là keo dán dung môi dính không bao giờ cứng hoàn toàn. Độ bền bóc của chúng rất thấp ở 71°C. Một trong số keo dán này là keo dán nhựa silicon với dung môi xylen. Keo dán này vẫn duy trì độ dính nhẹ trong thời gian dài. Có thể dùng bột tan để phủ lên mối liên kết để tránh cho keo dán không dính sang các bề mặt khác mà nó chạm vào.

Để thu được độ bám dính chắc và hiệu quả thì điều quan trọng là keo dán phải làm ẩm bề mặt dán. Khả năng bám dính với polyetylen tỷ trọng thấp, polyetylen tỷ trọng cao và polypropylen có thể tăng nhờ xử lý trước các bề mặt dán, làm ẩm các bề mặt này. Một phương pháp thoả mãn để có được bề mặt dán tốt là xử lý polyetylen bằng dung dịch sunfuric - dicromat. Việc xử lý này làm thay đổi bề mặt không phân cực thành bề mặt phân cực nhờ oxy hóa bề mặt của cấu trúc phân tử. Quá trình oxy hóa không phụ thuộc vào mức độ phân nhánh bởi việc xử lý axit cải thiện đáng kể độ bám dính vào bề mặt của cả polyetylen tỷ trọng thấp phân nhánh cao và polyetylen tỷ trọng cao không phân nhánh. Liên kết có độ bền trượt cao có thể đạt được đối với polyetylen tỷ trọng cao và thấp khi bề mặt dán của nhựa được xử lý trước với dung dịch axit như đưa ra ở bảng 12.1. Kết quả đạt được đối với cả hai loại polyetylen sau khi xử lý ở 23°C được so sánh với kết quả nhận được sau khi xử lý ở 71°C.

Bảng 12.1: Ảnh hưởng của thời gian tiền xử lý trong axit mạnh polyetylen được dán bằng keo dán epoxy polysulfua

Thời gian xử lý	Polyetylen tỷ trọng thấp		Polyetylen tỷ trọng thấp	
	Độ bền trượt khi xử lý tại (g/cm)		Độ bền trượt khi xử lý tại (g/cm)	
	23°C	71°C	23°C	71°C
2 giây	294	303	220	279
5 giây	294	330	228	298
1 phút	327	404	283	608
5 phút	331	422	289	747
15 phút	336	440	347	753
1 giờ	354		521	
4 giờ	370		674	
24 giờ	383		756	

Khi đạt tới các giới hạn trên của độ bền liên kết trong loạt thí nghiệm trên thì bề mặt dán polyetylen dày 0,32 cm thường bị vỡ. Bảng 12.2 đưa ra độ bền bóc đạt được đối với polyetylen tỷ trọng thấp. Có thể nhận thấy rằng các tính chất bám dính bền trượt có thể đạt được khi polyetylen được ngâm trong dung dịch axit trong khoảng thời gian rất ngắn, để cải thiện độ bám dính bền bóc của keo dán thì đòi hỏi quá trình xử lý lâu hơn. Điều này phù hợp với hàng loạt các số liệu đã chỉ ra rằng ứng suất bóc nhạy với việc tiền xử lý hơn so với ứng suất trượt.

Bảng 12.2: Ảnh hưởng thời gian tiền xử lý axit mạnh tới độ bám dính bền bóc của polyetylen tỷ trọng thấp

Thời gian xử lý	Độ bền bóc, g/cm khi xử lý ở 23°C
5 giây	1450
1 phút	1522
5 phút	2417
15 phút	3759
1 giờ	4940
4 giờ	5424
24 giờ	7876

Khi mức độ áp lực tác dụng cao hơn thì thường dẫn đến polyetylen bị hỏng trong quá trình chịu tải.

Việc tiền xử lý bằng axit sunfuric - dicromat sẽ tạo độ bền liên kết cao cho polypropylen. Việc tiền xử lý polypropylen trong dung dịch axit

trong 1 phút tại 71°C sẽ tạo bề mặt dán với epoxy biến tính có giá trị độ bám dính căng lên tới 1400psi. Khi sử dụng các axit mạnh này cần phải hết sức cẩn thận, phải có trang phục bảo hộ lao động như kính, quần áo bảo hộ... Phương pháp tiền xử lý axit thường không được dùng cho sản xuất trên diện rộng, chỉ nên dùng trong những trường hợp dán các mảnh polyolefin có bề mặt dán không bình thường.

Có thể dùng một số phương pháp khác để cải thiện các đặc tính bám dính của bề mặt polyetylen. Một trong những phương pháp đó là đưa bề mặt polyetylen vào lửa nóng trong khoảng thời gian ngắn. Bề mặt này sẽ bị oxy hóa nhưng cần phải ngừng tác dụng nhiệt trước khi bề mặt polyetylen đủ mềm để biến dạng. Một phương pháp khác là đưa nhanh bề mặt polyetylen qua luồng khí nóng. Cả hai phương pháp xử lý nhiệt này được dùng trong sản xuất để làm cho tấm polyetylen có thể dán được. Người ta cũng đã dùng dòng electron cường độ mạnh tác dụng vào bề mặt polyetylen để tăng khả năng bám dính của vật liệu này.

Tất cả các phương pháp đề cập ở trên đều có thể dùng để cải thiện các đặc tính bề mặt dán của bất cứ olefin polyme nào. Bề mặt polyetylen được xử lý thì không thể dùng nhiệt để gắn hiệu quả. ở những ứng dụng đòi hỏi gắn nhiệt thì nên tránh xử lý hóa học hay điện.

Có thể dán polyetylen vào thép với độ bền liên kết cao bằng cách gia nhiệt cho bề mặt kim loại từ $232\text{--}260^{\circ}\text{C}$ sau đó dán vào gần bề mặt polyetylen. Sự bám dính xảy ra khi bề mặt polyetylen bị oxy hóa ở nhiệt độ cao. Phương pháp này tất nhiên là cũng phù hợp cho olefin polyme khác. Với những ứng dụng mà hình dạng là quan trọng thì không nên dùng phương pháp này bởi có thể xảy ra sự biến dạng nhựa ở gần bề mặt tiếp xúc.

Polyetylen và các polyme khác có thể làm cho các bề mặt dễ dán hơn khi đưa thêm 0,02-20% tác nhân biến tính α,β -axit không no, muối của chúng, este hay tiền chất của chúng như các axit acrylic, malonic, fumaric, hay itaconic, diallyl fumarat và chất chống oxy hóa để làm cháy bề mặt polyetylen.

Màng polyetylen có thể gắn nhiệt vào một số loại màng và tấm polyme khác gồm: vinyliden - clorua, polyme và copolyme vinyl clorua, polyamit và polyeste. Bề mặt gắn được xử lý bằng polyankylen imin, sau đó các tấm này được ép lại với nhau ở nhiệt độ gần với điểm chảy mềm của một trong số các nhựa.

- *Polyme flo hóa*: Polytetraflo etylen ("Teflon") có thể được dán bằng keo dán loại dính dùng cho olefin polyme nhưng cho độ bền liên kết rất thấp. Để có thể thu được độ bền liên kết cao, các bề mặt cần được tiền xử lý.

Để chuẩn bị dung dịch xử lý, 128g naphtalen và 1 lít tetrahydro furan được đưa vào trong bình 2 lít có một đường ống thoát khô và một que khuấy, nhiệt kế. Sau đó, 23g natri kim loại ở dạng khối nhỏ được phân tán vào dung dịch này, đưa từng hạt một. Hỗn hợp này được để yên trong 16 giờ, sau đó khuấy trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng. Các mẫu được xử lý bằng cách ngâm trong khoảng thời gian mong muốn, lấy ra, rửa bằng axeton, sau đó rửa nước và để khô. Nhận thấy rằng "Teflon" được xử lý theo phương pháp này khi dán vào thép bằng keo dán epoxy dễ bị ảnh hưởng khi tiếp xúc với tia cực tím trong thời gian dài. Do tia cực tím sẽ thâm nhập vào flopolyme vì vậy nhựa được xử lý theo phương pháp này không nên dùng cho những ứng dụng tiếp xúc nhiều với ánh sáng mặt trời. Các dung dịch xử lý hiệu quả khác bao gồm natri biphenyl hay natri anthracen trong dimetyl glycol etc.

Các "Teflon" không được xử lý có thể được dán với nhau hay với vật liệu khác bằng cách dùng một copolyme 5-50% hexaflu propylen và 50-95% tetrafluoroetylen và dán ở nhiệt độ 330-390°C.

- *Polyme và copolyme vinyl clorua*: Nên dùng dung môi trơ để làm sạch bề mặt polyvinyl clorua rắn như naphtha dầu mỏ sôi thấp trước khi dán. Nó có thể được dán hiệu quả bằng nhiều loại keo dán khác nhau. Dán polyvinyl clorua đã được độn bằng keo dán polyurethan có thể đạt được độ bền trượt trên 1500psi. Với keo dán polyste không no styren thì đạt được độ bền trượt tới trên 1300 psi.

Vải polyvinyl clorua gia cường có thể được dán với nhau hay với các vật liệu khác như gỗ, kim loại, sợi và phenolic bằng các keo dán nitrin - phenolic. Tuy nhiên có thể xảy ra vấn đề bởi vì các chất dẻo hóa từ vải vinyl sẽ di chuyển sang keo dán. Vì lý do này các nitrin - phenolic là lý tưởng trên quan điểm độ bám dính do chúng kháng lại chất dẻo hóa, như vậy chúng sẽ không bị làm mềm. Mức độ mà keo dán có thể bị làm mềm bởi chất dẻo hóa chuyển sang sẽ thay đổi theo thành phần của keo dán và chiều dày của màng keo cũng như lượng, loại chất dẻo hóa trong vải vinyl.

Chất dẻo hóa đã di chuyển sang keo dán cũng có thể quay trở lại nền vinyl. Xu hướng này tiến tới cân bằng. Chất dẻo hóa khi chuyển sang vinyl từ keo dán có thể mang theo các tác nhân làm mất màu nhựa hoặc làm mất màu nhựa khi tiếp xúc với ánh sáng. Tia cực tím có thể gây mất màu chỉ trong vài giờ, trong khi đó với cùng loại vật liệu có thể chiếu sáng nóng trong một tháng mà không làm mất màu vinyl. Khi dùng keo dán để dán những ứng dụng đòi hỏi không làm mất màu vinyl thì nên thử dán cho từng mẫu nhỏ và sau đó chiếu tia cực tím, kiểm tra độ nhạt màu, nhiệt độ hoặc kiểm tra ảnh hưởng của thời tiết.

Khi vải phủ vinyl được căng ra để có thể khít với bề mặt cong thì nên sử dụng loại keo dán có độ dính cao. Phủ bề mặt gắn bằng một hay hai lớp keo dán nitrin phenolic, để cho thật khô, sau đó thấm bề mặt keo dán bằng metyletyl xeton hay metyl isobutyl xeton để tạo độ dính để có thể dính hiệu quả. Trong nhiều trường hợp có thể căng vải nếu nó được gia nhiệt trước bằng đèn hồng ngoại hoặc bằng súng nhiệt trước khi dán.

Có thể dán màng vinyl vào cao su hiệu quả bằng phương pháp sau. Một dung dịch gồm 5g cao su tổng hợp và 2g lưu huỳnh trong 100ml etyl axetat, 100ml butyl axetat, và 50ml etyl axeto axetat được phủ lên các bề mặt được dán. Theo phương pháp này thì mỗi liên kết keo dán được gia nhiệt ở 120°C đồng thời với việc tác dụng lực 70psi.

- *Polyfocmandehit:* Với việc làm nhẵn polyfocmandehit và lau bằng dung môi trước khi dán bằng một keo dán dung môi cao su neopren, có thể đạt độ bền trượt lên tới 500psi. Khi sử dụng các keo dán polyurethan, polyeste không no styren và epoxy polysunfua biến tính theo phương pháp này thì có thể đạt được độ bền kéo căng của liên kết là 800, 600 và 650 psi. Khi polyfocmandehit được xử lý trong 10 giây bằng dung dịch axit sunfuric đặc - dicromat ở nhiệt độ phòng thì đặc tính bám dính bề mặt được cải thiện. Khi dùng keo dán epoxy polysunfua biến tính thì đạt được độ bám dính kéo căng là 2260psi. Do bề mặt nhựa bị phân huỷ thành focmandehit tự do nên trong quá trình xử lý phải hết sức cẩn thận. Có thể thay đổi nồng độ axit, thời gian xử lý để đạt được đặc tính bám dính mong muốn.
- *Polystyren:* Với những ứng dụng không đòi hỏi độ bền liên kết cao do bề mặt dán xốp thì có thể sử dụng dung dịch nhựa polystyren trong toluen với 2-3% chất dẻo hóa. Keo dán này có thể dán hiệu quả giấy hoặc gỗ vào polystyren. Đôi khi keo dán cao su - dung môi được dùng để dán cao su vào polystyren. Để tránh bị rạn nứt thì không nên dùng keo dán nhanh khô.

Có thể dùng rất nhiều loại keo dán để dán hiệu quả polystyren. Khi dán polystyren độn thủy tinh bằng các keo dán polyurethan hay keo dán xyanoacrylat thì có thể đạt được các liên kết thậm chí bền hơn cả nhựa ở nhiệt độ phòng. Độ bền liên kết của nhựa dán polyurethan giảm đáng kể ở 71°C .

Các keo dán polyeste không no styren có thể dán polystyren và polymetyl styren với độ bền liên kết cao. Một hỗn hợp gồm 3 phần nhựa rắn/ 1 phần nhựa mềm là thỏa mãn. Keo dán này rất thích hợp để dán các polystyren với nhau cũng như nhựa với các lớp mỏng phenolic, melamin, epoxy hay polyeste. Với keo dán epoxy thì cho độ bền liên kết yếu hơn. Hai loại keo dán này có thể được dùng để dán các polystyren biến tính cao su cũng như các copolyme acrylonitrin - styren.

- *Polyurethan*: Axeton có thể được dùng để làm sạch bề mặt polyurethan. Keo dán urethan dán polyurethan rất hiệu quả. Các keo dán polyurethan elastome có thể tạo các liên kết không chỉ kháng lại ứng suất trượt và ứng suất căng mà còn bền va đập và chịu được nhiệt độ thấp. Độ bám dính cao cũng có thể đạt được đối với keo dán resorcinol-focmandehit. Tuy nhiên do các keo dán này có độ giòn và độ cứng cao nên bề mặt dán polyurethan thường bị hư hỏng ở tải trọng thấp hơn nhiều so với keo dán prepolymer urethan mềm hơn. Polyeste không no styren và epoxy cho độ bền trượt tương đối thấp, chỉ khoảng 180-260psi.

b- Nhựa nhiệt rắn

- *Diallyl phthalat*: Rất khó có thể dán phthalat diallyl nếu như bề mặt dán chỉ được lau bằng dung môi. Nhất thiết phải mài sạch bề mặt thì mới đạt được liên kết có độ bền cao. Liên kết có độ bền cao có thể đạt được bằng cách mài nhựa bằng giấy giáp có cỡ hạt trung bình để loại bụi bề mặt, sau đó lau bằng axeton và dán bằng keo dán epoxy. Keo dán epoxy biến tính polysulfua cho liên kết đủ mạnh để có thể chịu tải ở nhiệt độ từ 18-71⁰C cho tới khi diallyl phthalat bị hỏng. Liên kết với độ bền tương đương có thể đạt được với diallyl phthalat biến tính nhựa polyeste, nhưng đòi hỏi phải tác dụng nhiệt tới 104⁰C trong 30 phút vào đường keo để đông rắn keo dán. Keo dán polyeste không no styren và furan cũng cho liên kết tương đối tốt khi dán nhựa đã được mài sạch và rửa dung môi.
- *Nhựa gia cường*: Phần này đề cập chủ yếu đến dán nhựa gia cường. Rõ ràng là một loại keo dán có tác dụng tốt đối với nhựa gia cường thì cũng dán tốt vào nhựa gốc. Vật liệu gia cường có thể là vải, sợi hay giấy. Vật liệu sử dụng thường là thủy tinh, amiăng, bông, nylon, tơ nhân tạo... ở đây tập trung thảo luận về dán các tấm mỏng epoxy, polyeste, furan, melamin, phenolic và silicon. Đặc biệt nhấn mạnh vào epoxy và polyeste.

Hàng loạt các yếu tố cần phải xem xét trước khi dán các nhựa gia cường cho các ứng dụng cấu trúc. Ngoài các yếu tố đã đề cập ở đầu chương này thì độ dẻo, tính không đàn hồi, tính đàn hồi khác nhau của keo dán và bề mặt dán cũng rất quan trọng. Chúng có thể ảnh hưởng đến mức độ và giá trị của ứng suất tạo ra trong môi dán khi chịu tải. Với nhựa gia cường, được dán các tấm mỏng vải - thủy tinh thì cần phải xem xét các đặc tính dị hướng của nó bởi lực tác dụng sẽ thay đổi theo hướng tải trọng.

Như với các nhựa khác, bề mặt dán của nhựa gia cường cần phải được làm sạch. Nên lau bằng axeton hoặc dung môi làm sạch tương tự.

Nên mài bề mặt bằng giấy giáp loại cỡ hạt trung bình hoặc nhỏ để làm sạch bề mặt. Việc xử lý này sẽ loại bỏ các chất nhiễm bẩn khó tán như tác nhân tạo nấm mốc silicon. Cần phải cẩn thận không để làm hỏng bề mặt trong quá trình mài, đặc biệt khi các tấm này được dùng cho cấu trúc có độ chịu bền cao hay cho các cấu trúc chịu tải lâu.

Khi dán các tấm nhựa cần phải có trang bị bảo hộ cơ bản. Việc tác dụng lực quá mạnh là không cần thiết. Liên kết được ghép chính xác đòi hỏi lực tác dụng ít hơn và có thể tạo được đường liên kết đồng đều, cho đặc tính bám dính tối đa. Khi liên kết được đóng rắn nhiệt thì cần phải được tác dụng nhiệt đồng đều bởi nếu không sẽ dẫn tới sự giãn nở không đều. Điều này sẽ làm cho ứng suất tập trung vào mỗi liên kết keo dán, dẫn tới làm cong vênh cấu trúc tấm. Khi dán các bộ phận hệ số độ giãn nở nhiệt khác nhau thì tránh không để lực tác dụng quá cao lên vật liệu được dán cho tới khi chúng được gia nhiệt tới gần nhiệt độ đóng rắn của keo dán. Việc sử dụng keo dán kiểu elastome, hay kết hợp chất độn trơ vào keo dán loại cứng là cần thiết khi dán các vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt khác nhau. Đóng rắn lâu ở nhiệt độ cao sẽ cho liên kết bền nhiệt hơn bởi có nhiều liên kết ngang hơn, nhưng keo dán thường bị mất các tính chất độ bền ở nhiệt độ phòng bởi chúng giòn hơn.

Các tấm epoxy thường được dán bằng keo dán epoxy. Keo dán có thể là loại đóng rắn ở nhiệt độ phòng hoặc đóng rắn nhiệt tùy thuộc vào yêu cầu độ bền và khả năng chịu lực đối với liên kết. Thường thì bề mặt dán có thể bị hỏng trước cả liên kết. Một hợp chất keo dán được sử dụng hiệu quả để dán các tấm epoxy - thủy tinh ở nhiệt độ cao bao gồm các thành phần sau (phần khối lượng): 100 nhựa epoxy, 20 diamine thơm, 100 chất độn nhôm silicat.

Đóng rắn bằng cách tiếp xúc áp suất và gia nhiệt keo dán trong 1 giờ 30 phút ở 85°C, sau đó tại 150°C trong 2 giờ cho giai đoạn đóng rắn sau. Cần có giai đoạn này để keo dán trùng hợp một phần và như vậy không tạo dòng keo dán quá lớn khi trùng hợp hoàn toàn ở 150°C. Độ bám dính tương đối tốt có thể đạt được khi dán tấm epoxy bằng keo dán polyeste không no - styren, resorcinol - fôcmandehit, phenolic, và furan. Có thể dùng rất nhiều loại keo dán để đạt được liên kết có độ bền thấp hơn bao gồm: keo dán polyurethan, cao su nitrin - phenolic và các keo dán dung môi neopren và rất nhiều các dung dịch nhựa nhiệt dẻo khác nhau.

Các tấm polyeste có thể được dán bằng keo dán polyeste không no - styren, thường là loại có thành phần tương tự như tấm nhựa hay epoxy. Để vá đồ dùng gia đình, thuyền, phụ kiện xe ô tô thì nên sử dụng keo dán nhựa polyeste bởi nó dễ ứng dụng và giá thành thấp. Để dán tấm polyeste vào các bề mặt dán khác có thể sử dụng keo dán epoxy bởi nó cho độ bền liên kết cao và có độ co thấp trong quá trình đóng rắn. Keo dán cho epoxy có thể dán các tấm polyeste với độ bền cơ học tương

đương. Có thể đạt được các liên kết bền khi dán cả hai loại vật liệu vào nhôm bằng keo dán cao su nitrin - phenolic, vinyl phenolic và epoxy phenolic cũng như bằng các nhựa epoxy khác nhau. Hầu hết các keo dán này đòi hỏi phải tác dụng lực và nhiệt độ cao để có thể tạo được liên kết hiệu quả.

Các tấm phenolic có các vết tác nhân tạo nấm mốc trên bề mặt do chúng được đúc ép nên cần mài nhẹ bề mặt vật liệu. Keo dán resorcinol - focmandehit và ure - focmandehit dán phenolic rất hiệu quả, nhưng keo dán resorcinol - focmandehit có độ bền nước cao hơn. Keo dán epoxy dán phenolic cũng như furan và melamin rất hiệu quả. Keo dán phenolic - epoxy đóng rắn ở nhiệt độ cao và keo dán cao su nitrin - phenolic cũng dán nhựa này rất tốt. Keo dán dung môi cao su nitrin - phenolic cho mục đích chung cũng có thể được dùng cho cả ba loại vật liệu trên nhưng độ bền không cao. Keo dán polyurethan cho độ bền liên kết từ trung bình đến tốt.

- *Bọt xốp*: Không cần thiết phải sử dụng các keo dán có độ bền cao để dán các bọt xốp bởi độ bền cơ học của bọt xốp khá thấp. Keo dán trên cơ sở matit hoặc cao su có thể được dùng để dán bọt xốp mềm dẻo, đàn hồi với nhau hoặc với các vật liệu mềm khác. Chúng cũng có thể được dùng để dán các bọt xốp cứng cho những ứng dụng không yêu cầu độ bền liên kết cao. Các keo dán dung môi như keo dán trên cơ sở matit hay cao su không nên dùng để gắn hai bề mặt không xốp với nhau. Tuy nhiên keo dán này có thể dùng để dán hai bề mặt trong đó một bề mặt xốp, như vậy cho phép dung môi có thể bay hơi. Khi dùng các keo dán có dung môi thì phải cẩn thận tránh không dùng các dung môi ảnh hưởng đến nhựa bởi các dung môi này có thể làm thay đổi cấu trúc tế bào do đó sẽ làm biến dạng hay gây vụn ở bề mặt phân cách. Một số loại nhựa giãn nở có thể tạo bọt tại chỗ với độ bám dính tương đối với nhiều bề mặt dán khác nhau. Polyurethan và styren - epoxy là các ví dụ về bọt xốp dán hóa học. Tuy nhiên, các lớp lót thường được sử dụng cho các bề mặt dán để nâng cao đặc tính bám dính của loại bọt xốp. Khi dán các bọt xốp rắn với nhau hay vào các vật liệu cứng và mềm dẻo khác thì nên sử dụng các keo dán nhiệt rắn đóng rắn ở nhiệt độ phòng để có thể đạt được các đặc tính keo dán tối đa. Khi dán các bọt xốp loại rắn thì nên mài sạch bề mặt dán để loại bỏ vết các tác nhân tạo nấm mốc.

12.2. Keo dán nhựa

Có hai loại vật liệu nhựa cơ bản: nhựa nhiệt dẻo và nhiệt rắn. Nhựa nhiệt dẻo giống như kim loại và sáp đều nóng chảy khi tác dụng nhiệt; và cũng

giống như sáp tan trong một số dung môi. Trái lại các nhựa nhiệt rắn không chảy khi tác dụng nhiệt và không tan trong dung môi, tuy nhiên có thể trương nhẹ.

Do nhạy nhiệt và dung môi nên nhựa nhiệt dẻo có thể được dán bằng nhiệt hay hàn dung môi cũng như có thể dùng kỹ thuật dán keo truyền thống. Do khả năng không tan trong dung môi, không nóng chảy của nhựa nhiệt rắn nên chúng có thể được dán bằng các keo dán.

Các keo dán cho nhựa có thể được phân thành ba loại chính. Loại thứ nhất, dán nhựa thuần thủy, loại thứ hai cho hỗn hợp nhựa và loại thứ ba dùng cho mục đích dán chung.

12.2.1. Keo dán nhựa thuần thủy

Các keo dán nhựa thuần thủy được xác định theo loại vật liệu được dán, như nhựa nhiệt dẻo hay nhiệt rắn. Theo hệ này, nhựa nhiệt dẻo được dán bằng phương pháp hàn nhiệt, hàn dung môi và kỹ thuật dán keo còn nhựa nhiệt rắn chỉ có thể dùng phương pháp dán keo.

Các phương pháp dán nhựa nhiệt dẻo

- *Hàn nhiệt.* Kỹ thuật này tạo liên kết có độ bền tương đương với bản thân nhựa. Phương pháp này tương tự như hàn kim loại, bao gồm việc gia nhiệt bề mặt dán nhựa có hay không tác dụng lực cho tới khi nóng chảy rồi để cho mỗi hàn nguội.

Ba phương pháp tác dụng nhiệt được sử dụng. Phương pháp thứ nhất là dùng khí nóng, thổi khí nóng vào nhựa nền và que hàn cùng loại. Khi vật liệu que hàn nóng chảy đồng thời với nhựa nền sẽ tạo liên kết hoàn chỉnh. Một số vật liệu như olefin đòi hỏi các khí trơ để tránh cho nhựa không bị gãy vỡ. Polyvinyl clorua, polyetylen, polypropylen, nylon và polyoxymetylen có thể được dán theo kỹ thuật này.

Phương pháp thứ hai, hàn gắn nhiệt sử dụng nhiệt của điện và tác dụng lực. Liên kết sẽ nhanh chóng được tạo ra. Hầu hết các nhựa nhiệt dẻo trừ xenlophan không phù và polyetylen terephthalat đều có thể được gắn bằng phương pháp này.

Phương pháp thứ ba, hàn xoay, là một phương pháp đặc biệt dùng để dán các vật hình trụ bằng cách ma sát một bề mặt nhựa vào vật khác để tạo nhiệt.

- *Hàn dung môi.* Kỹ thuật này bao gồm việc đưa một dung môi vào giữa hai bề mặt dán làm cho nhựa tan, sau đó để cho dung môi bay hơi chậm và tạo nên một liên kết khá chắc. Trong một số trường hợp, dung môi được kết hợp vào nền nhựa dán để tạo liên kết và tính

chất làm việc tốt hơn. Chúng được gọi là keo dán kết hợp hay chất phụ gia.

- *Dùng keo dán.* Các vật liệu nhựa nhiệt dẻo được dán bằng keo. Một số loại tiêu biểu như: acrylic, xenlulo, polyetylen, polyvinyl clorua, polyeste và nhựa polystyren.

Các acrylic được gắn bằng hai loại keo dán. Cả hai đều trên cơ sở metyl methacrylat. Tuy nhiên, một loại có chứa metylen clorua làm dung môi để làm mềm các acrylic chịu nhiệt. Loại thứ hai là dùng cho các acrylic thuần túy không chứa dung môi. Nó có thể được dùng cho các acrylic chịu nhiệt, nhưng không có các tính chất gia công mong muốn như đối với keo dán trước.

Polyetylen được dán với các băng dính nhạy áp thường dùng cho các dây điện phủ polyetylen cách điện. Băng dính được hoạt hóa bằng cách kéo nó 100% và áp dụng cho polyetylen. Nhựa sẽ chảy trong vài phút.

Các dẫn xuất xenlulo như xenlulo nitrat và xenlulo axetat được dán bằng keo dán trên cơ sở xenlulo nitrat. Chúng có thể cháy, tương hợp với đạn cũng có thể dán thủy tinh, da, kim loại và vải.

Polyeste và polystyren được dán bằng monome styren. Keo dán này co đáng kể trong quá trình đông rắn tạo nên các đường biến dạng không thích hợp cho một số ứng dụng quang học. Nó thường được biến tính cùng nhựa khác để giảm tính chất không thích hợp này.

Polyvinyl clorua là một trong những vật liệu nhựa được sử dụng rộng rãi nhất. Các ứng dụng từ ống bơm nước đến lớp phủ bảo vệ như áo mưa. Các vật liệu keo dán trên cơ sở cao su và polyvinyl clorua được dùng để dán các nhựa này. Ống bơm dùng keo dán polyvinyl clorua tạo mối gắn có thể chịu được áp suất thủy tinh 500psi. Có thể dùng keo dán trên cơ sở polyvinyl clorua, cao su tổng hợp và cao su nitrin vinyl - phenolic biến tính và cao su nitrin biến tính polyvinyl clorua để dán vải phủ vinyl. Chúng đều đông rắn ở nhiệt độ phòng.

- *Các phương pháp dán nhựa nhiệt rắn:* Rất nhiều nhựa nhiệt rắn được gia cường bằng sợi để tăng cường tính chất cơ học của chúng. Các lớp mỏng này dùng giấy, bông, thủy tinh và gia cường amiăng với nhựa polyeste, epoxy, phenolic... Có rất nhiều loại keo dán thích hợp cho ứng dụng này. Tuy nhiên, keo dán cho tấm vật liệu nhất định cũng có thể dùng cho vật liệu kết hợp khác nhưng giá trị mong muốn phải được thiết lập cho mỗi liên kết nhất định.

Các keo dán trên cơ sở phenolic, resorcinol, melamin và furan được dùng để dán các tấm phenolic gia cường sợi. Keo dán này, tùy thuộc vào từng loại, có thể đông rắn ở nhiệt độ phòng, nhiệt độ trung bình (32-82°C

trong 5 giờ) và nhiệt độ cao ($82-177^{\circ}\text{C}$ trong 1/2 giờ). Độ bền trượt trong khoảng từ 1000-1800psi. Độ bền không bị mất sau khi nhúng trong nước ở 82°C trong khoảng 24 giờ.

Keo dán trên cơ sở phenolic, melamin và resorcinol được dùng để dán gỗ, cũng có thể dùng để dán các tấm nhựa cứng. Tùy từng loại mà chúng có thể đóng rắn ở nhiệt độ phòng ($35-88^{\circ}\text{C}$ trong 5 giờ). Các giá trị mong muốn cũng phải được xác định cho mỗi liên kết nhất định.

Có nhiều keo dán epoxy thích hợp để dán các tấm polyeste gia cường sợi thủy tinh nhưng cho những ứng dụng không đòi hỏi tải trọng bóc và đứt gãy cao. Keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng và có độ bền trượt ít nhất là 1360psi tại nhiệt độ phòng. Không nên dùng ở nhiệt độ trên 93°C bởi chúng bị mất độ bền ở nhiệt độ cao.

12.2.2. Keo dán nhựa với vật liệu khác

Khi dán các vật liệu khác nhau thì hệ số giãn nở cũng như khả năng phản ứng của mỗi thành phần là các yếu tố cần phải xem xét. Các liên kết có thể là nhựa/ gỗ, nhựa/ kim loại và nhựa/ vữa.

- *Nhựa/gỗ*: Các tấm nhựa được dán vào gỗ thường cho mục đích trang trí. Có hai loại keo dán cơ bản thường được dùng một loại tác dụng nhanh còn một loại tác dụng chậm hơn dùng cho các ứng dụng cần lâu bền.

Keo dán tiếp xúc trên cơ sở cao su neopren đòi hỏi phải cẩn thận khi dán vật liệu bởi vì khi đã đặt vật liệu vào thì sẽ không dịch chuyển được nữa. Keo dán này cũng có thể dán da, gỗ, vải, đồ gốm không bóng, thảm, ván gỗ ép...

Keo dán tác dụng chậm giải quyết vấn đề khó khăn đối với keo dán tiếp xúc trên cơ sở neopren. Keo dán trên cơ sở ure chỉ có khả năng chịu nước trung bình. Chúng là các hệ một và hai thành phần; hệ hai thành phần đòi hỏi phải được trộn trước khi sử dụng. Keo dán trên cơ sở phenolic, resorcinol và melamin bền độ ẩm cao và tạo liên kết bền thời tiết. Chúng cũng có cả hệ một và hai thành phần.

- *Nhựa/ kim loại*: Các nhựa nhiệt dẻo như acrylic, xenlulo nitrat và polystyren được dán vào kim loại cho mục đích quang học trang trí, chống ăn mòn và cách nhiệt và điện. Các tấm nhựa nhiệt rắn được dán vào kim loại chủ yếu cho mục đích trang trí và trong xây dựng.
- *Nhựa nhiệt dẻo*. Do nhựa acrylic có độ trong nên được dùng trong những ứng dụng quang học. Tấm acrylic được dùng cho máy bay,

thuyền, ô tô. Trong ứng dụng quang học thì nhựa acrylic được gắn vào kim loại bằng keo dán trên cơ sở polysulfua và mỗi dán được bít bằng keo dán trên cơ sở polysulfua không đóng rắn.

Màng xenlulo nitrat được dán vào kim loại bằng keo dán trên cơ sở cao su tái sinh cho cả mục đích trang trí và chống ăn mòn.

Polystyren mạng không gian được dùng để cách nhiệt và lạnh cho kim loại. Các keo dán trên cơ sở isoxyanat hoạt hóa bằng nước là thích hợp cho mục đích này. Tuy nhiên khi sử dụng keo dán này thì phải có hệ thống thông gió tốt để giảm độc hại.

- *Các nhựa nhiệt rắn.* Các tấm nhựa trang trí được dán vào kim loại bằng keo dán trên cơ sở phenolic, neopren biến tính. Chúng đặc biệt thích hợp để dán tấm nhựa lên trên mặt bàn nhôm. Keo dán tiếp xúc dễ cặp ở trên cũng có thể dùng cho mục đích này.

Các tấm epoxy với mục đích cấu trúc chịu tải trung bình được dán vào kim loại bằng keo dán trên cơ sở polyeste đóng rắn ở nhiệt độ phòng khi cần phải nối các khoảng cách rộng tới 0,02cm. Keo dán này là sol-gel thuận nghịch và nó sẽ bám chắc vào vị trí mà nó được đặt.

- *Nhựa/vữa.* Tường bếp và phòng tắm trát vữa đã sơn hoặc không sơn thường phải tiếp xúc với độ ẩm cao. Gạch polystyren đôi khi được dùng cho những vùng này; chúng được gắn bằng vữa lỏng. Vữa này phải có đủ độ bền ẩm để giữ cho gạch không bị trượt khỏi nơi chúng được gắn. Nó cũng có thể gắn gạch này vào bề mặt gỗ và bê tông.

12.2.3. Keo dán cho mục đích chung

Có rất nhiều loại keo dán mà không dùng cho một vật liệu nhất định nào. Chúng có thể gắn rất nhiều các vật liệu nhựa hoặc không nhựa khác nhau. Tuy nhiên với những ứng dụng yêu cầu chịu tải thì phải xác định giá trị cho phép. Keo dán acrylic, xenlulo nitrat, epoxy, cao su và vinyl là thích hợp cho mục đích dán chung này.

- *Keo dán acrylic:* Keo dán acrylic dùng cho mục đích chung chứa các monome xyanoacrylat là thích hợp để dán nhanh cả bề mặt xốp và không xốp. Keo dán này tương đối đắt và các mối gắn không hoàn toàn bền nước. Nó chỉ nên dùng cho những ứng dụng yêu cầu đóng rắn nhanh ở nhiệt độ phòng.
- *Keo dán xenlulo nitrat:* Keo dán xenlulo nitrat cho mục đích chung thường được biết đến là keo dán gia đình, được dùng để chữa nhựa, vải, gỗ, giấy, sứ, thủy tinh, kim loại, da và dán các thiết bị phòng thí nghiệm như thủy tinh, kim loại, nhựa. Chúng là vật liệu có thể cháy và đóng rắn ở nhiệt độ phòng.

- *Các keo dán epoxy*: Các keo dán epoxy cho mục đích chung dán các vật liệu nhựa và không nhựa được sử dụng nhiều trong ứng dụng xây dựng và điện.

Keo dán epoxy cho ứng dụng điện có điều kiện đóng rắn khác nhau. Nhiệt độ đóng rắn thay đổi từ 85°C , đến nhiệt độ trung bình 121°C và nhiệt độ cao tới 260°C . Keo dán này có thể dán nhôm, thép chống ăn mòn, đồng thau và nhiều loại nhựa nhiệt rắn.

Keo dán epoxy sử dụng trong kiến trúc cho phép các điều kiện đóng rắn khác nhau, bền nhiệt độ và khả năng thích ứng với cấu trúc dạng kẹp.

Có hai loại keo dán epoxy cho mục đích chung: một loại cho phép lựa chọn các điều kiện đóng rắn và một loại đóng rắn ở nhiệt độ phòng mặc dù đóng rắn ở 71°C vẫn có thể chấp nhận. Cả hai loại đều có độ bền nhiệt độ trung bình.

Loại keo dán thứ ba chỉ dùng cho dán kim loại, nhưng kinh nghiệm cho thấy nó có thể thích hợp để gắn các nhựa đặc biệt. Tùy theo từng loại mà có thể có độ bền nhiệt độ cao tới 260°C .

Keo dán epoxy mục đích chung thứ tư dùng cho cấu trúc dạng kẹp từ các tấm mỏng tới lõi xộp tương đối dày. Keo dán này cho phép lựa chọn điều kiện đóng rắn và tùy theo loại mà có thể có độ bền nhiệt tới 260°C .

- *Keo dán cao su*: Có bốn loại keo dán trên cơ sở cao su dùng cho mục đích chung, mỗi loại đều có độ bền môi trường nhất định.

Loại thứ nhất dùng để dán vải cotton, neopren và polyvinyl clorua vào nhôm có thể tiếp xúc với không khí, dầu và nước.

Loại thứ hai dùng để dán vải cotton, da, ni, vinyl, thép, gỗ, nhựa, cao su..., tùy theo loại mà có thể bền xăng hay không.

Loại thứ ba dùng dán thép, vải cotton, cao su, các tấm nhựa... trong những trường hợp tiếp xúc với các dung môi thơm.

Loại thứ tư dùng để dán vải và cao su tổng hợp vào nhựa và kim loại cho những trường hợp đòi hỏi độ bền dầu bôi trơn và tương đối bền dung môi thơm.

- *Keo dán vinyl*: Keo dán vinyl cho mục đích chung chứa 22-26% polyvinyl ancol - axetat trong toluen dùng để dán các kim loại, phenolic, ure, xenlulo nitrat, xenlulo axetat, gỗ, giấy và vải. Keo dán này cho các liên kết rất chắc và có độ bền va đập tốt.

Chương XIII

KEO DÁN VẢI SỢI VÀ CAO SU

Vấn đề chính khi dán vải vào cao su đó là sự khác nhau rất lớn giữa hai bề mặt này, cần phải tạo liên kết có độ bền lớn của cả hai bề mặt dán, liên kết phải có độ bền nhiệt độ cao, tải trọng kéo căng theo chu kỳ, tải trọng nén, va đập, dãn và biến dạng. Vì vậy, thành phần của keo dán là yếu tố quyết định. Nó phải có khả năng dán tốt cả cao su và sợi mà không làm mềm hay cứng sợi, cũng như không làm ảnh hưởng đến các đặc tính đóng rắn của cao su, nó phải có các tính chất vật lý tương đương với cả hai bề mặt.

Các keo dán vải - cao su được sử dụng rộng rãi trong ngành sản xuất tấm lốp ô tô để dán sợi và các thành phần sợi khác vào nền cao su. Các ứng dụng khác là trong các dây đai cao su, ống cao su, vải cao su hóa và tấm trải sàn.

Với sự phát triển của cao su tổng hợp, cần thiết phải có loại sợi có độ bền cao hơn để làm lốp. Cao su tổng hợp cũng không mất nhiệt như cao su tự nhiên, do đó cần phải giảm kích thước của nền cao su. Để đạt được điều này thì cần thiết phải có các sợi có độ bền cao hơn, có thể xem xét cả sợi nylon và tơ nhân tạo.

Vải cotton dán tốt vào cao su bởi rất nhiều các đầu sợi trên bề mặt sẽ cho liên kết cơ học cao. Sợi tổng hợp là tấm sợi mỏng liên tục có bề mặt mịn rất khó dán vào cao su. Các lớp sợi được xếp chéo nhau và khi sử dụng, nó phải chịu lực cuốn, nén, căng, do đó nó có xu hướng bị mài mòn và tách khỏi bề mặt cao su. Do vậy, để giải quyết vấn đề này có rất nhiều nghiên cứu tạo ra các hệ keo bền tăng khả năng liên kết giữa cao su và sợi.

13.1. Keo dán lốp xe

Loại keo dán được dùng chủ yếu hiện nay để dán sợi tơ nhân tạo và nylon cho lốp xe là keo dán RFL loại latex resorcinol - focmandehit, chúng được tạo ra bằng phản ứng ngưng tụ của resorcinol hay nhựa resorcinol với focmandehit khi có mặt của cao su.

Tổng hợp loại keo dán này bao gồm việc tạo ra dung dịch nhựa lỏng với 5-15% hàm lượng rắn, có thể bằng phản ứng trực tiếp của resorcinol

với focmandehit hoặc bằng phản ứng của nhựa resorcinol ngưng tụ một phần với focmandehit bổ xung. Cả hai trường hợp này đều sử dụng xúc tác kiềm. Dung dịch này được giữ ổn định trong 2- 4 giờ ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ thấp hơn. Sau đó nó được đưa vào hỗn hợp latex và để trong 1 ngày trước khi sử dụng. Ở dạng này keo dán thường được ứng dụng bằng phương pháp nhúng, có nghĩa là nền sợi được dán bằng cách nhúng vào thùng keo dán.

13.2. Ảnh hưởng của quá trình nhúng

Việc nghiên cứu các yếu tố khác nhau của công thức keo dán “nhúng” cho thấy độ bám dính tối đa chỉ có thể đạt được bằng cách kiểm soát cẩn thận tỷ lệ resorcinol - focmandehit, điều kiện tổng hợp nhựa, pH của dung dịch nhựa, loại latex sử dụng, lượng tương đối của nhựa và cao su rắn, thành phần xúc tác và tổng hàm lượng rắn trong dung dịch nhúng.

Bản chất của dung dịch nhựa được kiểm soát bởi tỷ lệ focmandehit. Độ bám dính tối ưu vào tơ nhân tạo đạt được với 1,5-2 mol focmandehit/1 mol resorcinol. Tương tự, nylon có độ bám dính tối đa ở tỷ lệ 2-3 mol focmandehit/ mol resorcinol. Với nhóm amit không tham gia có mặt trong nylon thì cần lượng focmandehit cao hơn, hơn thế nữa còn dùng hết cả lượng focmaldehyt bổ sung để hình thành các nhóm metylol. Tỷ lệ focmandehit so với resorcinol như vậy chỉ phù hợp cho dung dịch loãng và được giữ ở nhiệt độ thấp. Với nồng độ cao hơn, nhiệt độ cao hơn hay thời gian dài thì các dung dịch nhựa này tạo gel và do đó không có tác dụng.

Độ bám dính tốt nhất đạt được khi dung dịch nhựa được lão hóa trong 4 h ở nhiệt độ phòng. Các kết quả tương tự cũng nhận được khi dung dịch nhựa resorcinol - focmandehit trong dung dịch loãng (với dưới 1 mol focmandehit/ mol resorcinol) khi có mặt của xúc tác kiềm với một lượng focmandehit cần thiết để đạt được tỷ lệ mong muốn.

Nhân tố thứ ba kiểm soát dung dịch nhựa là bản chất và lượng xúc tác. Cả natri hydroxit và amoniac đều được sử dụng. Giá trị độ bám dính thu được với natri hydroxit là tối ưu ở pH từ 7-9. Khi amoniac được dùng làm xúc tác duy nhất, các giá trị thu được ở cùng pH trên là thấp hơn. Tuy nhiên, khi pH của hệ được điều chỉnh đến 8 bằng natri hydroxit và bổ sung amoniac vào để tăng pH lên trên 10 thì độ bám dính lớn hơn so với khi chỉ có natri hydroxit. Hơn nữa, khả năng ổn định của keo dán nhúng tạo ra theo phương pháp này có thể kéo dài tới vài tuần.

Việc chọn thành phần latex cũng có ảnh hưởng đối với giá trị độ bám dính. Người ta thấy rằng với việc sử dụng latex chứa vinyl pyridin tăng đáng kể độ bám dính và ưu điểm này vẫn duy trì khi thay 80% latex vinyl pyridin bằng latex cao su lạnh. Các ảnh hưởng khác lên độ bám

đỉnh là nhiệt độ trùng hợp của latex, tỷ lệ styren - butadien, tính tương đồng của thành phần latex so với nền cao su.

Ưu điểm của việc sử dụng latex vinylpyridin biến tính có thể là do độ bền kéo căng rất cao của chính terpolyme vinylpyridin. Độ bền kéo căng cao hơn của các cao su lạnh lưu hóa có thể giải thích độ bền bám dính cao hơn của các latex cao su lạnh.

Độ bền liên kết của latex keo dán cũng bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ nhựa - cao su. Độ bám dính tăng mạnh khi lượng nhựa tăng từ 0-15% cao su rắn; do đó việc tăng thêm lượng nhựa không ảnh hưởng đến các giá trị bám dính tĩnh. Tuy nhiên nhận thấy rằng lượng nhựa quá nhiều thì lớp xe cũng không bền, điều này là do lớp bị cứng lại do modun cao của màng keo dán đóng rắn. Nếu hệ dán vải-cao su không đủ độ mềm dẻo để chịu được lực tác dụng thì nó sẽ nhanh chóng bị hỏng.

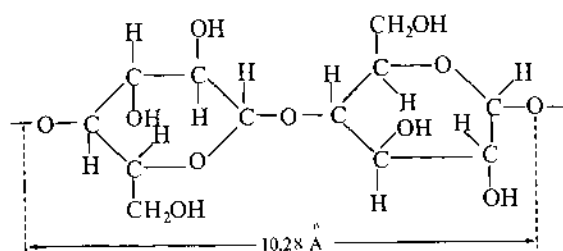
Một yếu tố đặc biệt quan trọng để đạt được độ bám dính sợi - cao su tốt là việc làm đông nhựa resorcinol - focmandehit trong nồi nấu trước khi tổng hợp dung dịch nhúng vải. Ưu điểm của quá trình này là khi được tạo ra ở tốc độ phản ứng cao hơn thì nhựa có độ đồng đều hơn so với khi được hình thành chậm trong dung dịch loãng ở nhiệt độ phòng nhờ phản ứng trực tiếp của resorcinol và focmandehit.

Dung dịch nhựa resorcinol ngưng tụ trước được tạo ra khi có mặt xúc tác axit mạnh hay bazơ mạnh. Do tỷ lệ của focmandehit so với resorcinol là 1 mol/mol hay cao hơn khi hình thành gel tại nhiệt độ và nồng độ cao, nhựa này được tạo ra với một lượng nhỏ focmandehit, thường từ 0,6-0,9 mol focmandehit/mol resorcinol. Dưới các điều kiện hồi lưu và dưới ảnh hưởng của xúc tác mạnh, nhựa có thể được hình thành và chứa các đơn vị resorcinol liên kết metylen mạch dài mà không có hạt resitol hay resite. Phản ứng dưới điều kiện yếu hơn thì tăng liên kết ngang và hình thành các hạt có khả năng phản ứng và khả năng tan thấp. Những yếu tố này làm giảm khả năng phản ứng của keo dán nhúng RFL. Chúng được hoạt hóa nhờ thêm vào focmandehit. Ngoài các tính chất bám dính rất tốt của chúng, các nhựa này còn giảm thời gian lão hóa và cho thành phần nhúng với khả năng ổn định khi bảo quản tốt hơn.

13.3. Sự bám dính của nhựa resorcinol trên bề mặt sợi

Bản chất của sợi có vai trò quan trọng nhất trong việc dán sợi vào cao su cho lớp xe. Thực tế cho thấy tơ nhân tạo khá dễ dán; sợi nylon dán khó hơn một chút và sợi "polyeste" thì rất khó dán. Như đã đề cập ở phần trên, đây là yếu tố chính để quyết định loại sợi nào sẽ chiếm lĩnh thị trường lớp xe.

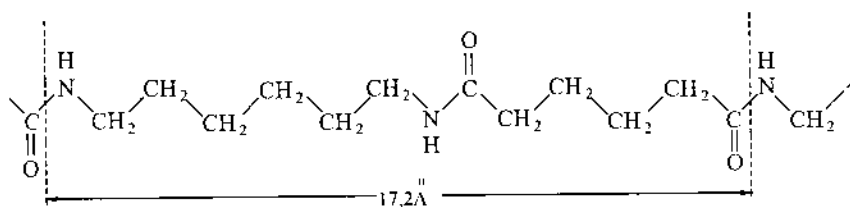
Sợi visco là xenlulo tái sinh. ở trạng thái tự nhiên của nó một phân tử xenlulo có trung bình 500 đơn vị xenlobioza, tuy nhiên trong quá trình xử lý để hình thành tơ nhân tạo nó phải chịu mức độ phân huỷ nhất định để hình thành các mạch phân tử chứa 150-200 đơn vị này. Nhiều xạ X cho thấy các đơn vị có độ dài khoảng 10,28 Å.



Người ta thấy rằng các phân tử xenlulo có tỷ lệ nhóm -OH cao, do vậy có khả năng bám dính tốt. Cơ chế của hoạt động dán này vẫn chưa được xác định đầy đủ. Có nhiều tác giả đã ám chỉ phản ứng trực tiếp giữa nhựa phenolic và sợi xenlulo liên kết hydro, liên kết lưỡng cực - lưỡng cực và hàng rào phân tử. Nhưng không giả thiết nào được chấp nhận rộng rãi do không chứng minh được đầy đủ.

Nếu liên kết cộng hóa trị trực tiếp giữa nhựa resorcinol và sợi xenlulo được giả thiết là cơ chế dán, nó có thể do phản ứng trực tiếp của các nhóm metylol chuyển tiếp trong nhựa với các nhóm -OH của xenlulo.

Vấn đề dán sợi nylon vào cao su ban đầu thì khó hơn so với dán tơ nhân tạo do trên bề mặt nylon có rất ít các nhóm phân cực. Tỷ lệ tương đối của các nhóm amit trên nylon so với các nhóm -OH trên xenlulo có thể xác định được bằng cách so sánh cấu trúc của chúng. Một đơn vị phân tử nylon-6,6 là:



Có thể thấy rằng có 6 nhóm -OH/1 đơn vị xenlulo có độ dài 10,28 Å, do đó khoảng cách trung bình giữa các nhóm -OH trong mạch là 1,7 Å; còn ở mạch polyamit có 2 nhóm -NH/1 đơn vị, dài 17,2 Å do đó khoảng cách trung bình giữa các nhóm -NH là 8,6 Å. Ưu điểm của việc sử dụng nhựa resorcinol cùng với nylon cũng có thể là do liên kết hóa học trực

tiếp của nhựa resorcinol với bề mặt nylon. Các metylol có thể được hình thành bởi phản ứng của fomanđehit với nhóm $-NH$, sau đó phản ứng với nhựa resorcinol qua cầu nối metylen.

Việc gắn sợi polyeste trực tiếp với nhựa resorcinol không đáp ứng được yêu cầu bởi không có đủ các nhóm phân cực thích hợp trên bề mặt sợi. Sợi polyeste được tạo ra nhờ ngưng tụ etylen glycol và dimetyl terephthalat qua trao đổi este để hình thành polyme.

Có thể dán thành công polyeste với cao su nhờ sử dụng keo dán trên cơ sở isoxyanat tạo khối - phenol. Một keo dán đặc trưng chứa latex terpolyme styren - butadien - vinylpyridin, trong đó keo dán được phân tán diisoxyanat tạo khối - phenol và natri anginat khi có mặt tác nhân làm ẩm. Diisoxyanat được tái tạo trong suốt quá trình giãn nở nhiệt của sợi lớp ở $220^{\circ}C$ và tương tác với cao su và sợi hình thành một liên kết chắc chắn.

13.4. Đo độ bám dính

Có rất nhiều phương pháp đã được đưa ra để đánh giá độ bám dính của sợi vào cao su, một trong các phương pháp thường được sử dụng là kiểm tra H, gọi như vậy bởi ở phương pháp này người ta sử dụng mẫu kiểm tra hình chữ H. Hai cạnh của chữ H là hai miếng cao su gia cường được nối với nhau bằng một đoạn sợi lớp đơn. Hai miếng cao su đứng có thể tích là $2,54 \times 0,64 \times 0,32$ cm, tuy nhiên có thể thay chiều rộng là 0,32 cm để có thể gói đầu sợi dây được sâu hơn. Phương pháp kiểm tra này hiện nay không phải là phương pháp chuẩn, nhưng vẫn được thực hiện.

Để xác định lực “bóc”, mẫu được tác dụng nhiệt tới nhiệt độ xác định và được kéo ra bằng hai thanh kẹp có móc ở thiết bị kiểm tra lực căng. Lực cần thiết để làm hỏng mẫu gọi là “lực dán tĩnh”. Có nhiều mẫu đã được thử nghiệm và một giá trị trung bình được sử dụng để so sánh.

Mặc dù các giá trị bám dính tĩnh đáp ứng được yêu cầu để tạo ra các sản phẩm lớp tốt, bền, an toàn, tuy nhiên nó không đủ để có thể xác định được giá trị của liên kết cao su - vải theo cách này. Tương quan giữa thử nghiệm này với khả năng hoạt động của lớp xe đưa ra là không phù hợp. Lớp khi sử dụng phải chịu thay đổi liên tục về lực tác dụng, nhiệt độ, lực tải ở tốc độ cao... Mặc dù tất cả các tác dụng này tạo nên lực tương đương với thử nghiệm về lực dán tĩnh, nhưng các lực tác dụng qua hàng nghìn chu kỳ làm yếu dần liên kết cao su - vải và dẫn tới hỏng lớp.

Việc ứng dụng các keo dán latex cho sợi lốp được thực hiện bằng cách “nhúng”, kéo căng và làm khô. Sợi lốp nhập từ các nhà cung cấp được dẫn liên tục từ nón, đưa qua bể keo dán RFL dưới lực căng thấp, rồi được vắt, lắc hay thổi để loại latex dư và sau đó đưa qua máy sấy khí nóng. Trong suốt giai đoạn sấy, sợi phải chịu lực kéo căng và giãn thêm vài %, do vậy giảm khả năng căng ở nhiệt độ thấp khi sử dụng. Trong sản xuất, nhiều sợi cùng được xử lý và được đưa qua thiết bị xử lý, các sợi đặt song song sát nhau do vậy chúng có xu hướng tạo thành sợi chính. Nó được coi là sợi không đan và khi làm lốp nó được dùng trực tiếp cho cao su cán và đưa vào lốp.

13.5. Keo dán cao su

Trong thiết kế và chế tạo thiết bị đôi khi cần phải dán cao su vào nhau hoặc vào vật liệu khác như kim loại, nhựa... Việc chọn keo dán phụ thuộc một phần vào loại cao su sẽ dán, một phần vào điều kiện môi trường sẽ tiếp xúc.

Hiện nay có rất nhiều loại cao su thích hợp cho những điều kiện ứng dụng khác nhau. Tuy nhiên mỗi loại cao su chỉ phù hợp với một vài keo dán nhất định. Keo dán này có thể được phân loại sử dụng như sau: (1) keo dán cao su thuần túy, (2) keo dán cao su hỗn hợp như cao su/giấy, cao su/kim loại.. và (3) keo dán cao su cho mục đích chung.

13.5.1. Keo dán cao su thuần túy

Keo dán cao su với cao su có thể được phân loại bằng nhiều cách khác nhau. Tuy nhiên, việc phân loại trên cơ sở loại cao su được dán là thích hợp đối với người sử dụng. Hệ này gồm cao su tự nhiên, butyl, nitrin, silicon và hỗn hợp cao su dị thể, bao gồm các cao su SBR và neopren.

- *Cao su tự nhiên*: Cao su tự nhiên đã dần được thay thế bởi cao su tổng hợp trong nhiều ứng dụng. Tuy nhiên có nhiều ứng dụng việc sử dụng cao su tự nhiên vẫn thoải mái.

Một trong các ứng dụng lớn nhất là cho lốp máy bay. Hai keo dán được dùng để dán và sửa chữa bộ phận trên cơ sở cao su tự nhiên này. Loại đầu là keo dán lưu hóa dùng để vá săm lốp. Keo dán này không chứa bất cứ loại cao su tổng hợp hay keo dán tái sinh nào. Nó đóng rắn trong quá trình lưu hóa của vật liệu nền, thường là 45 phút ở nhiệt độ khoảng 127-138°C. Loại keo dán thứ hai đóng rắn ở nhiệt độ phòng dùng cho miếng vá săm lốp một mặt lưu hóa một mặt không.

Có một loại keo dán trên cơ sở cao su tự nhiên đóng rắn ở nhiệt độ phòng. Nó cho độ bền bóc ít nhất là 893 g/cm chiều rộng.

- *Butyl*: Cao su butyl có độ thấm không khí rất thấp. Do vậy nó được dùng nhiều trong các ứng dụng chứa khí, đặc biệt là săm xe ô tô. Có hai loại keo dán dùng cho vật liệu butyl đóng rắn ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên cả hai loại đều trên cơ sở cao su tự nhiên và một loại có thể dán vật liệu cao su tự nhiên rất hiệu quả.
- *Nitrin*: Cao su nitrin có độ bền dung môi thơm rất tốt. Có một loại keo dán thích hợp để dán cao su nitrin trong điều kiện ứng dụng của nó trong dung môi thơm.
- Keo dán lỏng có thể quét này là một hệ một thành phần, đóng rắn ở nhiệt độ phòng dưới áp lực tiếp xúc. Keo dán này có khả năng đạt tới 60% độ bám dính ban đầu sau một tuần ngâm trong dung môi thơm.
- * *Silicon*: Cao su silicon có độ bền nhiệt độ thấp và cao rất tốt. Có nhiều loại keo dán thích hợp để dán silicon với nhau và với kim loại; loại dùng để dán silicon với kim loại thường được phủ cao su hỗn hợp. Keo dán này có thể là hệ một hoặc hai thành phần đóng rắn ở nhiệt độ phòng dưới áp lực tiếp xúc.
- *Bề mặt dán cao su dị thể*: Có một số loại keo dán không chuyên dùng cho bất cứ loại cao su nào. Chúng là keo dán cao su không dị thể.

Một trong các ứng dụng lớn nhất của chúng là dùng trong công nghiệp săm lốp. Không giống như các keo dán mô tả ở phần trên chuyên dùng cho cao su tự nhiên hay cao su butyl, vật liệu này có thể dùng cho cao su tự nhiên, butyl và SBR. Có hai loại keo dán thích hợp. Loại thứ nhất, keo dán lưu hóa gồm một nền cao su tự nhiên được đóng rắn trong quá trình lưu hóa của bề mặt dán, thường ở 138°C trong 45 phút. Loại thứ hai là loại keo dán đóng rắn lạnh chuyên dùng để chữa săm lốp xe.

Các keo dán cao su dị thể khác thích hợp để dán các vải phủ cao su neopren. Chúng cho độ bền liên kết khá cao, thích hợp cho sản xuất và sửa chữa khí cầu, thuyền cao su và thiết bị cứu hộ. Keo dán này, tùy từng loại có thể đóng rắn ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ cao.

Có hai loại keo dán cao su dị thể khác có độ bền thấp hơn. Loại thứ nhất dùng để dán neopren, nitrin và SBR lưu hóa vào cao su tự nhiên hay tổng hợp đóng rắn ở nhiệt độ phòng dưới áp lực tiếp xúc. Loại thứ hai tạo liên kết cả lưu hóa và không lưu hóa cho cao su tự nhiên, SBR và neopren vào cao su tự nhiên và tổng hợp. Liên kết lưu hóa được hình thành ở nhiệt độ 155°C trong 30 phút dưới áp lực 500psi, và các liên kết không lưu hóa đạt được dưới áp lực tiếp xúc sau 30 phút ở nhiệt độ phòng.

Ngoài ra, còn có các loại keo dán đặc biệt khác trên cơ sở natri silicat dùng cho cao su phủ bề mặt để ngăn sự tạo viên của bần in.

13.5.2. Keo dán cao su hỗn hợp

Một keo dán đã được kết hợp đặc biệt để dán các vật liệu cao su khác nhau. Chúng được phân loại theo mục đích dán của người sử dụng: loại keo dán cho cao su/giấy, cao su/kim loại và cao su/vải.

- *Cao su/ giấy*: Một loại keo dán đã được kết hợp đặc biệt để dán giấy, nhãn mác vào cao su. Nó có thể quét và hết dính trong 5 phút và rắn sau 16 giờ. Keo dán không làm mất màu hay nhoè mực trên giấy. Màng keo dán có độ mềm dẻo, bền nước, dầu, nhiệt độ cao hay thời tiết.

Keo dán này cũng có thể dán giấy vào gỗ mềm, bìa sợi, sắt, sắt mạ, thủy tinh, thiếc và kim loại sơn trắng.

- *Cao su/ kim loại*: Có hai loại keo dán dùng để dán cao su với kim loại. Loại thứ nhất để dán neopren, SBR và cao su nitrin vào thép. Nó có thể quét được, đóng rắn ở nhiệt độ phòng và đặc biệt dùng để dán bộ phận phủ cao su vào thép. Nó có độ bền nước muối nhưng không thích hợp cho những ứng dụng ở nhiệt độ cao.

Loại thứ hai thích hợp để dán cao su silicon vào nhôm đối với những ứng dụng không thể dùng nhiệt hay áp lực tác dụng để gây ảnh hưởng đóng rắn. Keo dán này thích hợp cho những ứng dụng có độ ẩm, nhiệt độ cao và tiếp xúc với dầu.

- *Cao su/ vải*: Keo dán trên cơ sở cao su tự nhiên được dùng để dán vải vào cao su gia cường vải và dán cao su gia cường vải với nhau, đặc biệt trong sản xuất khí cầu, phao cứu hộ, áo cứu hộ. Keo dán có ba loại: loại thứ nhất tự đóng rắn dùng trong quá trình sản xuất, loại thứ hai là làm khô không khí dùng cho trường hợp sửa chữa khẩn cấp, loại thứ ba tự đóng rắn để sửa chữa lâu dài. Một xúc tác riêng được dùng cho loại thứ nhất và thứ ba và được kết hợp với loại thứ hai.

13.5.3. Keo dán dùng cho mục đích chung

Keo dán dùng cho mục đích chung có khả năng dán bất cứ loại vật liệu nào với nhau và cho các liên kết từ yếu đến liên kết thích hợp cho cấu trúc tải vừa phải, điển hình là keo dán cao su, epoxy, acrylic. Để dán cao su, một cách phân loại xác định độ mềm dẻo của liên kết là rất có ích. Keo dán trên cơ sở cao su cho liên kết mềm dẻo, liên kết acrylic và epoxy thì cứng. Điều thú vị là không có loại keo dán liên kết cứng nào mà chỉ một số keo dán liên kết mềm dẻo không dùng các bề mặt dán cao su để xác định các đặc tính mong muốn. Kinh nghiệm cho thấy chúng có

thể dán cao su. Điều quan trọng là giá trị mong muốn cần phải được xác định cho mỗi liên kết.

- *Liên kết mềm dẻo:* Liên kết có độ mềm dẻo nhận được khi sử dụng các keo dán trên cơ sở cao su. Có sáu loại keo dán thường dùng, bốn trong số đó phù hợp với các điều kiện môi trường khác nhau và dùng cho mục đích dán chung.

Loại thứ nhất dùng để dán vải bông, neopren và polyvinyl clorua vào nhôm cho những ứng dụng tiếp xúc với điều kiện môi trường dầu, nước và không khí. Nó không phù hợp để sản xuất và sửa chữa khí cầu, thiết bị cứu hộ. Trong trường hợp này, nên dùng các loại keo dán đề cập ở phần trên.

Loại thứ hai dùng để dán vải bông, da, ni, vinyl và các vật liệu tương tự với chính nó và với nhôm, thép, gỗ, cao su ... tùy từng loại có thể bền cả xăng.

Loại thứ ba dùng để dán thép, vải bông, cao su,...thường tiếp xúc với các dung môi thơm.

Loại thứ tư dùng để dán vải và cao su tổng hợp với nhựa và kim loại trong các ứng dụng đòi hỏi khả năng chịu dầu bôi trơn tốt và khả năng chịu dung môi thơm tương đối.

Loại thứ năm dùng để sản xuất các vải lều trại. Nó có cả ở dạng lỏng và dạng băng dính.

Loại thứ sáu dùng chủ yếu để vá các tấm vải lều. Nó là keo dán dạng lỏng trên cơ sở nitrin có thể quét được.

- *Liên kết cứng:* Liên kết cứng có thể nhận được khi sử dụng các keo dán epoxy và keo dán acrylic.
- *Keo dán acrylic:* Keo dán này chứa monome xyanoacrylat thích hợp để dán nhanh cả bề mặt xốp và không xốp. Keo dán này rất đắt và các liên kết không hoàn toàn chịu nước. Nó chỉ nên dùng cho các trường hợp cần tác dụng nhanh, đóng rắn ở nhiệt độ phòng.
- *Keo dán epoxy:* Có hai loại keo dán epoxy dùng cho mục đích chung, một loại cho phép lựa chọn điều kiện đóng rắn và một loại đóng rắn ở nhiệt độ phòng, mặc dù đóng rắn ở 71°C là có thể chấp nhận được.

Có loại keo dán epoxy thứ ba chủ yếu dùng để dán kim loại, nhưng kinh nghiệm cho thấy nó có thể dùng cho những ứng dụng dán cao su đặc biệt. Keo dán này, tùy theo loại có thể có độ bền nhiệt độ cao tuyệt vời.

Chương XIV

KEO DÁN GỖ

Khi hình thành liên kết keo dán mà một hoặc cả hai mặt dán là gỗ thì bản chất gỗ quyết định việc chọn loại keo dán và cách dán.

Bám dính cơ học đòi hỏi có đủ độ xốp bề mặt gỗ thì keo dán mới có thể thấm vào lớp bên trong khi vẫn còn ở thể lỏng. Nó hình thành nên các thạch nhũ bị cứng lại trong lỗ xốp. Bây giờ chúng ta biết rằng bất cứ sự thấm nào do độ xốp tạo ra cũng sẽ làm tăng độ bền của liên kết nhưng chỉ khi diện tích bề mặt lớn hơn để có thể làm ẩm và bám dính riêng. Có thể có hoạt động gia cường tạo ra do sự thấm này.

Độ bám dính riêng là một khái niệm thường được dùng để phân biệt với bám dính cơ học mô tả ở trên. Trong một số trường hợp, đặc biệt với keo dán nhựa phenol - focmandehit, có bằng chứng rõ ràng về phản ứng giữa xenlulo và hợp chất phenol - focmandehit khi nó ở giai đoạn phản ứng. Cơ chế liên kết có thể là liên kết hydro, lực hóa trị và/ hoặc lực Van- der Waals tùy thuộc loại keo dán. Bình thường thì gỗ có bản chất ưa nước và có độ xốp cao. Nguyên lý cơ bản là không thể dán một vật nếu không làm ẩm bề mặt trước, vì thế phải dùng một keo dán ưa nước ở giai đoạn chưa đóng rắn và nên sử dụng hợp phần lấp đầy lỗ xốp.

Gỗ có thể được gọi là vật liệu "sống". Về mặt hữu cơ thì nó không đúng, tuy nhiên xét về khía cạnh cơ học thì đúng. Nếu không biến đổi hóa học thì gỗ rất hút ẩm. Do đó, hàm lượng ẩm của gỗ thay đổi cùng với thay đổi độ ẩm môi trường; những thay đổi này có thể tính trước được với độ chính xác cao. Thực tế gỗ có thể được dùng như một thành phần của thiết bị đo độ ẩm.

Do gỗ hút độ ẩm từ không khí nên nó nở ra, trái lại, nó sẽ co lại khi độ ẩm tương đối giảm. Trong bất cứ ứng dụng dán keo nào cũng cần phải lưu ý đến những thay đổi này. Các lực biến dạng méo có thể rất cao; hơn thế nữa nếu lực này tác dụng trong quá trình keo dán nhiệt rắn đang ở giai đoạn gel mềm thì gel sẽ bị gãy và tạo nên liên kết yếu. Nếu không tác dụng lực dán mạnh sẽ thường xảy ra hiện tượng cong vênh và bất cứ sự chuyển dịch nào cũng có thể dẫn tới sự thay đổi và tạo nên liên kết yếu. Nhưng không phải lúc nào cũng cần tác dụng lực dán cao. Nếu cấu trúc không ổn định có thể dẫn tới các lực cong tác dụng do đó liên kết sẽ bị kéo căng khi sử dụng; kết quả là nó sẽ chịu được tải trọng tác dụng thấp hơn nhiều so với khi không có các ứng suất này.

Ngoài khả năng hút ẩm còn có các ảnh hưởng khác. Gỗ có độ ẩm quá cao khi dán có thể dẫn tới hấp thụ nhiều keo dán khi ứng dụng. Trái lại, gỗ quá khô sẽ dẫn tới độ ẩm của bề mặt dán thấp, thậm chí ít keo dán và như vậy tạo nên liên kết có độ bền thấp hơn nhiều. Cuối cùng khả năng hút ẩm sẽ quyết định lượng vật liệu bay hơi tạo nên áp lực trong trường hợp dán ép nóng. Nếu tổng lượng chất bay hơi là lớn thì khả năng vỡ hơi là không thể tránh khỏi và như vậy liên kết lại rất yếu.

Gỗ mà chúng ta thường dùng thực tế là một hỗn hợp hóa học phức tạp, không phải chỉ toàn xenlulo. Thường thì các thành phần phụ có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả dán. Lignin, thành phần chính thứ hai của gỗ có thể không cần xem xét do nó không ảnh hưởng đến hoạt động dán; nhưng hàm lượng nhựa, sáp và các sản phẩm oxy hóa trên bề mặt lại có ảnh hưởng đáng kể. Bình thường khi dán gỗ cần phải đặc biệt chú ý làm sạch bề mặt. Điều này đúng đối với các gỗ mềm bởi chúng có hàm lượng nhựa cao và nhựa có xu hướng oxy hóa trên bề mặt theo thời gian, do đó việc làm ẩm thích hợp bề mặt bằng keo dán dùng để dán gỗ càng trở nên khó khăn.

Cuối cùng, gỗ có thể trở nên kỵ nước ở bề mặt. Khi xảy ra điều này thì không dễ dàng nhận thấy ảnh hưởng nhưng với các keo dán thông thường thì kết quả thể hiện qua liên kết yếu. Nguyên nhân phổ biến nhất tạo nên sự kỵ nước ở gỗ là do nhiệt tác dụng quá cao. Gỗ được dán ở nhiệt độ trên 149°C thường tạo bề mặt kỵ nước do đó khó có thể làm ẩm hợp lý bề mặt dán. Bề mặt dường như được bôi dầu hay mỡ. Các vật liệu này có thể được xử lý bằng tia cực tím do hầu hết sáp hay mỡ làm bản bề mặt gỗ sẽ phát huỳnh quang. Cách bảo vệ tốt nhất là không để gỗ tiếp xúc với nhiệt độ quá cao. Phương pháp xử lý có thể là mài lớp bề mặt trên với hy vọng là ở lớp gỗ phía dưới không bị phá hủy.

14.1. Biến tính hóa học

Chúng ta đã biết rõ các ưu điểm của gỗ, nhưng gần đây do sự cạnh tranh của nhôm và nhựa mà người ta bắt đầu nhấn mạnh đến các điểm yếu của nó. Điều này tạo nên những nỗ lực mới nhằm biến đổi hoặc loại bỏ những yếu điểm này.

Xét về cấu trúc thì điều trước tiên là tăng độ ổn định kích thước của gỗ. Điều này có thể ngăn chặn việc chuyển dịch ngay trong cấu trúc gỗ, giảm khả năng bị cong vênh, bị xoắn, tăng độ bền của sản phẩm ứng dụng. Do gỗ có hệ số giãn nở nhiệt thấp nên nó có thể là vật liệu có tính ổn định cao hơn kim loại và nhựa nếu được biến đổi để không bị nở hay co lại khi hàm lượng ẩm thay đổi.

Một trong những phương pháp là xử lý gỗ bằng cách nhúng trong dung dịch nhựa phenol - focmandehit trọng lượng phân tử thấp. Việc làm khô và đóng rắn của nhựa hấp thụ tạo nên vật liệu có độ ổn định đáng kể. Tuy nhiên giá thành của nó quá cao cho hầu hết các mục đích và nó có độ bền va đập rất thấp.

Một phương pháp khác là axetyl hóa. Nếu như các nhóm hydroxyl cuối mạch của phân tử xenlulo bị loại thì tính hút ẩm của gỗ có thể giảm đáng kể, do đó tăng khả năng ổn định của gỗ. Rõ ràng là ở đây phải xảy ra phản ứng hóa học giữa các axit mạch béo như axetic axit với xenlulo của gỗ. Các nhóm axetyl thay thế các nhóm hydroxyl và như vậy thu được kết quả mong muốn. Tuy nhiên các yếu tố như giá thành, phản ứng không hoàn toàn, mất độ bền va đập và một số tính chất vật lý không mong muốn tạo ra đã làm giảm hiệu quả ứng dụng của nó.

Có rất nhiều các phản ứng khác nhằm loại các nhóm hydroxyl tuy nhiên cho tới nay vẫn chưa có phản ứng nào đạt được thành công lớn mà không làm giảm tính chất vật lý quan trọng nào.

Một điểm yếu nữa của gỗ là dễ bị thối mục, điều này tạo nên nhiều nỗ lực khác nhau nhằm biến tính gỗ. Nếu như gỗ được giữ khô thì khả năng chống thối mục sẽ tăng đáng kể. Biến tính gốc nhựa phenol focmandehit làm cho gỗ không bị mốc hay thối mục. Tuy nhiên các phương pháp phổ biến là thấm gỗ bằng các hợp chất độc như pentaclophenol, natri penta clophenat, dầu creosol, hợp chất cơ kim trên cơ sở đồng hay kẽm...

Một số loại này là rất hiệu quả và bền thậm chí dưới các điều kiện khắc nghiệt; tuy nhiên chúng lại làm tăng giá thành và gây ảnh hưởng đến độ bền. Một số loại lại ảnh hưởng đến việc sơn và dán keo sau này, còn một số khác lại làm mất màu gỗ. Mặc dù vậy kết quả này là rất có giá trị đối với việc sử dụng gỗ được xử lý chống thối mục ngày càng tăng.

Nhược điểm chính cuối cùng của gỗ là tính dễ cháy. Việc xử lý là thấm gỗ bằng các muối vô cơ, tất cả các muối này đều không cháy và chúng bảo vệ gỗ rất hiệu quả. Tất nhiên không có loại nào có thể bảo vệ gỗ hoàn toàn khỏi khả năng cháy bởi gỗ là hữu cơ nên sẽ làm bay hơi các hợp chất này để lại than củi và muối dư, nhưng lửa sẽ không thể lan rộng và do đó giảm đáng kể ảnh hưởng cháy.

14.2. Keo dán cho gỗ

Rất nhiều loại nhựa và hầu hết các hợp chất tạo màng đều có thể hoạt động như keo dán gỗ. Do độ bền của sản phẩm phụ thuộc vào độ bền của keo dán sử dụng vì thế đòi hỏi phải chọn loại keo dán phù hợp cho mỗi ứng dụng nhất định và giá thành phải hợp lý. Yêu cầu nữa là keo dán phải có độ bền nhiệt và có các điều kiện lưu hóa và đóng rắn phù hợp.

Các keo dán nhựa phenolic và các loại đóng rắn ở nhiệt độ phòng tương ứng, keo dán resorcinol và phenol - resorcinol là những loại bền nhất và thậm chí còn bền hơn cả gỗ. Chúng thường có màu tối, ở những nơi mà màu sắc không quan trọng thì có thể dùng các keo dán nhựa melamin có độ bền kém hơn một chút. Các keo dán có độ bền kém hơn là các keo dán nhựa ure, loại này dùng cho các ứng dụng trong phòng, không tiếp xúc với điều kiện nhiệt độ và độ ẩm quá cao.

Các keo dán này có thể coi là loại nhựa nhiệt rắn kể cả khi chúng đóng rắn ở nhiệt độ phòng bởi vì sau khi đã đóng rắn thì chúng không thể chảy ra hay mềm nhiệt. Một số loại lại tạo dùng cho các mục đích đặc biệt cũng được đưa vào loại này bao gồm các keo dán melamin - ure, các phenol - resorcinol đã đề cập ở trên, các keo dán nhựa thioure, các ure furfuryl hóa và các keo dán protein phenolic.

Một số loại hỗn hợp cũ và mới có giá trị thương mại cho một số ứng dụng nhất định bao gồm các keo dán nhũ tương polyvinyl - axetat gọi là keo dán trắng; keo dán casein, keo dán thực vật trên cơ sở tinh bột chế biến, keo dán protein máu, keo dán protein đồ tương, dung dịch nitroxenlulo giống như sơn nhưng được chế tạo cho mục đích dán, keo dán nhựa epoxy mới và có nhiều ứng dụng nhưng giá thành cao, keo dán polysulfua cho ứng dụng yêu cầu độ đàn hồi, keo dán động vật vẫn được dùng trước đây.

Keo dán gỗ gồm ba loại chính. Loại thứ nhất là dán gỗ thuần thủy dùng cho gỗ dán và các ứng dụng làm bóng. Loại thứ hai là dùng cho dán gỗ hỗn hợp như gỗ/kim loại, gỗ/nhựa... Loại thứ ba dùng cho các mục đích chung.

14.2.1. Keo dán gỗ thuần túy

Keo dán gỗ thuần túy được xác định theo nhiều cách khác nhau như thành phần hóa học, các yêu cầu xử lý... Tuy nhiên trên quan điểm của người sử dụng thì chỉ số bền là quan trọng hơn. Theo đó, các keo dán được phân loại theo được sử dụng các loại sau: các keo dán dùng trong nhà, keo dán nửa bền, keo dán chịu thời tiết.

- *Keo dán trong nhà:* Các keo dán trong nhà được dùng cho các ứng dụng tiếp xúc với điều kiện nhiệt độ bình thường trong nhà, độ ẩm tương đối không cao và không thay đổi quá nhiều. Các keo dán động vật, các keo dán lông và nhũ tương vinyl thường được dùng cho các ứng dụng này.
- *Keo dán nửa bền:* keo dán nửa bền được dùng cho các ứng dụng tiếp xúc với điều kiện khắc nghiệt trong khoảng thời gian ngắn. Vật liệu

dán này hông dần và cuối cùng mất tác dụng. Keo dán ure và casein được dùng để gắn gỗ tiếp xúc với các điều kiện môi trường này. Có nhiều kỹ thuật phù hợp để ứng dụng các keo dán ure cho các nền khác nhau.

- *Keo dán bền thời tiết:* keo dán bền thời tiết được dùng cho các ứng dụng tiếp xúc với điều kiện khắc nghiệt trong khoảng thời gian dài. Chúng cũng thích hợp cho các ứng dụng dưới nước. Keo dán này thậm chí còn bền hơn cả gỗ và thủy dương như không bị ảnh hưởng bởi thời tiết, lạnh và nóng. Các phenolic, resorcinol và melamin được dùng cho các ứng dụng này. Các kỹ thuật xử lý là sẵn có để sử dụng các keo dán phenolic, resorcinol, melamin chống rắn nhiệt độ thấp hơn và cao hơn.

14.2.2. Keo dán gỗ hỗn hợp

Rất nhiều keo dán phù hợp để dán gỗ lại không thích hợp để dán các vật liệu khác vào gỗ. Gỗ là một hợp chất xốp. Keo dán sẽ thấm vào các kẽ gỗ và sẽ gắn lại, đồng thời các keo dán cũng tác dụng với bề mặt tiếp xúc tạo lực liên kết giữa các phân tử do đó tăng cường độ bền liên kết. Tuy nhiên khi một keo dán tiếp xúc với các hợp chất không xốp như kim loại... thì độ bám dính cơ học là nhỏ, chỉ có lực liên kết phân tử là lớn. Rất nhiều các keo dán gỗ thuần túy không đạt được các yêu cầu hóa học để dán các vật liệu khác. Ví dụ chúng không làm ẩm đủ bề mặt do đó không thể tiếp xúc đủ với bề mặt để tạo phản ứng hóa học. Hơn thế nữa, keo dán không có đủ độ co giãn để phân bố ứng suất tạo ra khi dán hai chất khác nhau. Do đó chúng dường như không có các đặc tính hiệu quả cho liên kết nhất định. Cuối cùng các keo dán cho các trường hợp này được kết hợp với nhau để gắn các vật liệu khác nhau.

Keo dán cho các ứng dụng này được phân loại theo mục đích dán của người sử dụng. Ví dụ gỗ/kim loại, gỗ/giấy, gỗ/da, gỗ/nhựa, gỗ/vải bông và gỗ/vữa.

- *Gỗ/kim loại:* Có một số keo dán dùng để dán gỗ vào kim loại. Casein - latex, vinyl - phenolic, nylon - phenolic, cao su - phenolic, các epoxi và các hệ keo dán hai giai đoạn gồm một lớp lót kim loại và một keo dán gỗ thuần túy như ure, phenolic resorcinol hay melamin.

Tuy nhiên không giống keo dán gỗ thuần túy, keo dán gỗ/kim loại không cho thành phần hóa học bởi chúng phức tạp và khó có thể xác định bằng các số liệu đo đạc. Hơn thế nữa, các chỉ tiêu này phân loại các keo dán theo khía cạnh: cấu trúc và phi cấu trúc.

Các keo dán cấu trúc gỗ/kim loại được dùng trong cả các ứng dụng panel dạng kẹp và không kẹp chịu tải. Các keo dán gỗ/kim loại phi cấu

trúc được dùng khi tải ngoài tương đối nhỏ. Chúng phù hợp để dán gỗ cách điện vào kim loại, ví dụ như các tấm carton thô vào tấm lợp tráng chì, thiếc, kẽm. Loại sau thì không yêu cầu bền nước, dầu, nhiệt độ thấp.

- *Gỗ/ giấy*: Rất nhiều loại keo dán gỗ thuần túy, đóng rắn nhiệt độ phòng có thể được dùng để dán giấy vào gỗ. Tuy nhiên, có một số keo dán đã được kết hợp đặc biệt cho mục đích này. Chúng thường được dùng trong dán nhãn mác. Tiêu biểu là keo dán arabic, natri silicat, xenlulo nitrat, vecni và các hỗn hợp.
- *Gỗ/ da*: Da có thể được dán vào gỗ nhờ sử dụng polyvinyl axetat và các keo dán dung môi neopren. Tuy nhiên, nhũ tương polyvinyl axetat được tạo ra để dán gỗ thuần túy cũng phù hợp cho mục đích này.
- *Gỗ/ nhựa*: Có nhiều loại keo dán thích hợp để dán gỗ/nhựa. Một số loại tiêu biểu như: (1) ure, (2) keo dán trên cơ sở phenolic, resocinol và melamin và (3) các neopren dung môi. Rất tiếc là các chỉ số ở hai nhóm đầu không cho các đặc tính cơ học mong muốn đối với các liên kết này. Chúng cần phải được phát triển hơn nữa. Tuy nhiên trong hai nhóm này các mối dán ure bền độ ẩm kém.
- *Gỗ/ vải bông*: Vải bông và các vật liệu xenlulo khác có thể được dán bằng các keo dán gỗ thuần túy, keo dán xenlulo, keo dán cao su, keo dán nhựa tổng hợp. Tuy nhiên các dầu nhựa đã được kết hợp đặc biệt cho mục đích này.
- *Gỗ/ vữa hay bê tông*: Đôi khi gỗ được dán với vữa hay bê tông cho các ứng dụng kiến trúc. Keo dán là các hỗn hợp chứa các bitum, nhũ tương vinyl, nhựa tổng hợp hay cao su... Các keo dán gỗ/vữa hay bê tông được dùng để dán các vật liệu cách âm vào bên trong tường hoặc trần nhà và dán thấm vào nền bê tông, gỗ, nhưng không dán cho nền thép.

14.2.3. Keo dán cho mục đích chung

Keo dán dùng cho mục đích chung thì khác. Chúng có đặc tính dán rất nhiều loại vật liệu tạo liên kết từ yếu đến rất chắc. Các loại keo dán tiêu biểu như: acrylic, epoxy, cao su và vinyl. Điều thú vị là không có chỉ tiêu nào ở các keo dán này dùng gỗ làm vật liệu nền để xác định đặc tính keo dán. Tuy nhiên, mỗi chỉ tiêu đều cho thấy khả năng phù hợp với gỗ. Kết quả là, các giá trị mong muốn cho phép phải đạt được cho mỗi mối dán gỗ dùng bất cứ keo dán nào trong số này.

- *Keo dán acrylic*: Keo dán acrylic dùng cho mục đích chung chứa xyanoacrylat monome được dùng để dán nhanh các bề mặt xốp và

không xốp. Keo dán này rất đắt và các liên kết không chống nước hoàn toàn. Nó chỉ nên dùng trong các trường hợp đóng rắn ở nhiệt độ phòng với tốc độ bám dính cao.

- *Keo dán epoxy*: Có hai loại keo dán epoxy dùng cho mục đích chung, một loại cho phép lựa chọn các điều kiện đóng rắn còn loại kia cho các đóng rắn ở nhiệt độ phòng, mặc dù đóng rắn ở nhiệt độ 71⁰C là có thể chấp nhận. Các keo dán này phù hợp để dán cấu trúc gỗ/gỗ, gỗ/kim loại, gỗ/ thủy tinh, gỗ/nhựa.
- Cũng có loại keo dán chỉ chuyên dùng dán kim loại, nhưng thí nghiệm cho thấy nó có thể dùng cho các ứng dụng dán gỗ đặc biệt. Keo dán này, tùy thuộc vào loại có thể có độ bền nhiệt độ cao rất tốt.
- *Keo dán cao su*: Có ba loại keo dán trên cơ sở cao su dùng cho mục đích chung. Loại đầu tiên dùng để dán các ứng dụng tiếp xúc với dầu, nước hoặc không khí. Loại thứ hai bền xăng, loại ba cho các ứng dụng tiếp xúc với dung môi thơm.
- *Keo dán vinyl*: Keo dán vinyl dùng cho mục đích chung chứa 22-6% polyvinyl ancol - axetat trong toluen dùng để dán các bề mặt không thấm như tấm kim loại, phenolic, ure, xenlulo nitrat và axetat. Tuy nhiên chúng cũng hiệu quả cho gỗ, giấy và vải.

14.3. Biến tính keo dán gỗ

Các hợp chất tạo màng cơ bản hoặc nhựa ít khi được dùng mà không biến tính. Ít nhất phải dùng một trong các tác nhân sau:

- (1) Chất độn có tác dụng dán và thường được dùng để giảm giá thành. Ví dụ là bột sản trong các ure.
- (2) Chất làm loãng không có tác dụng dán, được dùng để giảm giá thành hay kiểm soát tính chảy và khả năng thấm.
- (3) Tác nhân gia cường làm bền đường keo. Bột sản trong ure là một ví dụ rất điển hình.
- (4) Tác nhân tăng cường tạo keo dán hoàn chỉnh hơn làm tăng tuổi thọ và một số tính chất khác của keo dán.
- (5) Xúc tác thường cần thiết để đảm bảo sự đóng rắn hay lưu hóa vào thời điểm thích hợp.
- (6) Tác nhân làm cứng có thể hay không phải keo dán nhưng dùng để tăng độ chắc cho đường keo và tăng độ bền bóc.
- (7) Tác nhân biến tính là chất pha loãng đặc biệt dùng để kiểm soát độ đặc của keo dán cho các ứng dụng thích hợp.

Chương XV

DÁN KIM LOẠI

Ngày nay, có rất nhiều loại keo dán có thể dán hầu hết các loại vật liệu. Một trong những phát triển mới đây của keo dán đó là dán cấu trúc kim loại - kim loại. Việc dán kim loại ngày nay hiệu quả hơn nhiều so với các phương pháp truyền thống. Số lượng các keo dán nhiều ngang với số lượng các vật liệu được dán, cũng có loại keo dán có thể dán bất cứ vật liệu nào nếu yêu cầu độ bền liên kết không quá cao. Tuy nhiên một keo dán chung lại không thích hợp dán cho một vật liệu đặc biệt nào, như vậy cần phải xác định loại keo dán thích hợp cho mỗi ứng dụng nhất định. Để có thể chấp nhận được thì keo dán phải thể hiện khả năng dán tương đương hoặc cao hơn các phương pháp dán truyền thống và về mặt kinh tế phải mang tính cạnh tranh hơn.

15.1. Ưu điểm của keo dán kim loại

Các ưu điểm của việc dán kim loại bằng keo dán so với các liên kết gia cường cơ học gồm:

1. Một keo dán sẽ giúp phân bố ứng suất đồng đều khắp bề mặt dán và do đó tránh được sự tập trung ứng suất mà liên kết phải chịu.
2. Liên kết keo dán ở máy bay, tên lửa sẽ tạo bề mặt liên kết nhẵn, do đó loại được lực kéo tạo ra bởi các đầu nhọn.
3. Việc sử dụng keo dán thường giảm khối lượng của hệ.
4. Một keo dán thường là chất điện môi tốt nên nó vừa có tác dụng dán, vừa có tác dụng cách điện.
5. Khi một keo dán được dùng cho các kim loại khác nhau, nó sẽ cách các kim loại và do đó giảm thiểu khả năng ăn mòn điện phân.
6. Keo dán thường gắn rất kín và cho phép một lượng rất nhỏ khí hay ẩm thoát ra hoặc thâm nhập vào. Bởi đặc tính này và do một số keo dán trơ với môi trường, không phản ứng với dung môi hữu cơ và với chu kỳ nhiệt nên các keo dán đặc biệt thích hợp để gắn thùng chứa dầu.
7. Việc sử dụng keo dán đàn hồi cho phép việc dán các vật liệu khác nhau với hệ số giãn nở nhiệt khác nhau.

15.2. Keo dán chi tiết kim loại

Tất cả các keo dán chi tiết kim loại đều là nhựa phenolic biến tính bằng cách bổ sung thêm cao su, vinyl hay nhựa epoxy. Các chất độn kim loại và vô cơ là các phụ gia quan trọng cho các keo dán này.

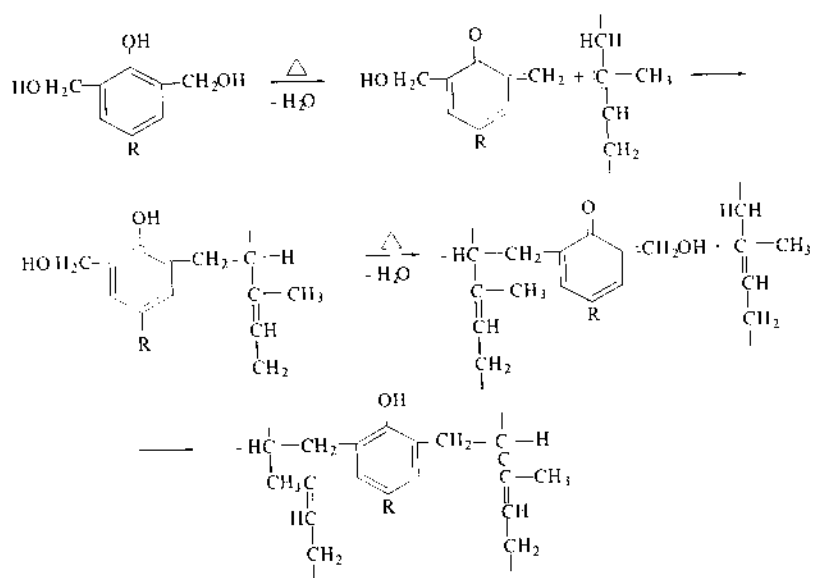
Phenolic, cao su nitrin, neopren, polyvinyl butyral, epoxy và polyurethan sẽ được đánh giá với vai trò làm các keo dán kim loại.

15.2.1. Nhựa phenolic

Keo dán đầu tiên của loại này dùng để dán kim loại là hỗn hợp cao su - phenolic. Về mặt hóa học, cao su chứa 1 phân tử 4 cacbon tạo nên một polyme mạch thẳng. Trong cao su tự nhiên thì khối cơ bản là isopren, C_5H_8 .

Cao su tổng hợp được dùng với nhựa phenolic chủ yếu trên cơ sở (1) cloropren để cho cao su neopren, và (2) butadien cộng với acrylonitrin để cho cao su nitrin (buna-N).

Có thể các nhựa cao su - phenolic là hỗn hợp vật lý đơn giản, tuy nhiên một số bằng chứng cho thấy polyme được kết hợp hóa học. Phản ứng của diancol phenol với cao su và cơ chế xảy ra như sau:



Tỷ lệ của nhựa phenolic so với cao su trong hỗn hợp này quyết định tính chất cơ lý của nhựa đóng rắn. Tăng hàm lượng phenolic trong hỗn hợp sẽ dẫn tới modun và độ bền kéo căng tăng và độ dẫn dài giảm.

Một loại keo dán kim loại khác là phenolic - elastome là loại phenolic- polyvinyl butyral. Quá trình tổng hợp polyvinyl butyral bắt đầu với quá trình trùng hợp của monome vinyl axetat sau đó thủy phân thành polyvinyl ancol. Phản ứng với butyl andehyt cho polyvinyl butyral. Tuy nhiên, sự chuyển hóa thành butyral không hoàn toàn và polyvinyl butyral thương mại thường chứa tới 20% các nhóm hydroxyl không phản ứng.

Polyvinyl butyral quá dễ tan nên rất khó dùng cho keo dán cấu trúc, nhưng keo dán vinyl phenolic đóng rắn thì lại không dễ tan. Điều này chứng tỏ rằng các thành phần chủ yếu của keo dán phenolic-vinyl có thể được tạo lưới hóa học ở trạng thái rắn qua nhóm hydroxyl của polyvinyl butyral và phenol ancol.

15.2.2. Nhựa epoxy

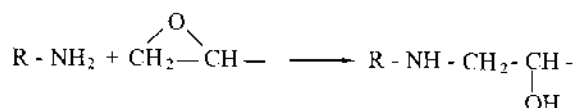
Các epoxy là keo dán kim loại đầu tiên mà có thể được ứng dụng và đóng rắn sau khi nhựa phản ứng hoàn toàn, dung môi bay hơi hết. Sự biến đổi từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn ở nhựa epoxy xảy ra mà không có nước hay các sản phẩm phụ bay hơi khác và cho độ co thấp, chỉ dưới 2% sau khi tạo gel.

Các epoxy có khả năng làm ẩm tốt khi ở trạng thái lỏng. Chúng có nhóm hoạt động cao và do vậy chúng có thể dễ dàng hấp phụ trên bề mặt mà chúng được dán. Khi epoxy đóng rắn, chúng trở nên cứng, trơ và không thấm. Với sự kết hợp tất cả tính chất và đặc trưng này nên epoxy rất được ưa dùng cho các ứng dụng không đòi hỏi độ bền và độ mềm dẻo quá cao.

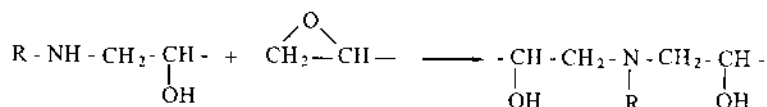
Một trong những ưu điểm chính của việc sử dụng nhựa epoxy là chỉ đòi hỏi lực tác dụng rất nhẹ để có được tiếp xúc hoàn toàn đảm bảo liên kết tốt. Khi dán các bề mặt cong hay thô thì có thể dùng keo dán epoxy thixotropic để cho liên kết cứng, không có các bọt rỗng mà không cần phải tác dụng lực quá lớn để tránh gây biến dạng bề mặt dán.

Có rất nhiều các loại axit và amin khác nhau có thể làm tác nhân đóng rắn giúp cho hệ có thể chịu được khoảng nhiệt độ thay đổi lớn. Nhựa epoxy bền hơn đòi hỏi phải đóng rắn ở 93-177⁰C, đặc biệt khi dùng cho ứng dụng yêu cầu tiếp xúc với nhiệt độ cao (tới 260⁰C). Công thức keo dán bền nhiệt độ cao này có ưu điểm là hệ một thành phần.

Các nhựa epoxy này có thể được đóng rắn với amin bậc 1, 2 hoặc bậc 3 hay với anhydrit axit. Các amin bậc 1 và 2 phản ứng với epoxy để hình thành các amin bậc 2 và 3 và tạo nên hydroxyl bậc 2.



Các nhóm amin thứ hai tiếp tục phản ứng:



Các nhóm hydroxyl không thể cạnh tranh được với các amin để phản ứng với epoxy.

Dietyltri-amin và trietylen tetra-amin là các amin bậc 1 thường dùng cho các keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng.

Các amin bậc 3 đóng rắn nhờ hoạt động xúc tác làm cho các nhóm epoxy phản ứng với nhau hình thành nên các liên kết ete.

Dietyl aminopropyl amin (DEAPA) là một tác nhân đóng rắn thường được dùng với keo dán đóng rắn ở nhiệt độ trung bình. Do chứa cả nitơ bậc 1 và bậc 3 nên nó vừa là tác nhân xúc tác vừa là chất tăng cứng hoạt động. Nếu nó được dùng làm tác nhân đóng rắn loại hydro hoạt động thì nồng độ của nó là 34 phần so với 100 phần nhựa epoxy lỏng phổ biến hơn. Tuy nhiên nó hầu như thường được dùng với nồng độ khoảng 6%, tạo nên keo dán tốt đóng rắn ở nhiệt độ trung bình.

Tuy nhiên, không phải lúc nào các epoxy cũng là lựa chọn tốt nhất. Ví dụ, nếu liên kết sẽ phải chịu lực bóc thì các epoxy lại không bền bằng phenolic - elastome. Độ bền bóc tách của epoxy thay đổi trong khoảng từ 357-2685 g/cm, tùy thuộc vào tác nhân biến tính; trong khi đó các cao su - phenolic có thể có độ bền bóc lên đến 14320 g/cm.

Các keo dán epoxy có thể được tạo ra dưới dạng các hệ một thành phần với cho thời gian bảo quản tới trên một năm. Các keo dán này đòi hỏi đóng rắn trong 1-2 giờ ở nhiệt độ 149-177°C.

Một chất tăng cứng được sử dụng trong các hệ này là dicyan diamit, một chất rắn ở nhiệt độ phòng mà có thể được kết hợp vào keo dán bằng cách khuấy trong hệ hồ đặc hoặc epoxy rắn. Loại keo dán này có các đặc tính tốt ở khoảng nhiệt độ rất rộng có thể lên tới 149°C và không bị ảnh hưởng đáng kể khi tiếp xúc với điều kiện môi trường.

Cho tới nay nhưng nỗ lực nhằm phát triển các keo dán dùng ở nhiệt độ trên 260°C đã đạt được thành công lớn nhất đối với keo dán kết hợp epoxy - phenolic sử dụng tác nhân đóng rắn amin. Công thức tiêu biểu là:

	Tỷ lệ (PKL)
Epoxy	49
Nhựa phenolic	100
bột nhôm	149
Dicyan diamit	9
Đồng-8-quinolinolat	1.5

Mặc dù keo dán này có thể chịu được nhiệt độ cao nhưng thành phần của nó có xu hướng phản ứng ở nhiệt độ phòng nên keo dán có thời gian bảo quản chỉ vài tháng dưới các điều kiện môi trường; tuy nhiên thời gian bảo quản có thể được kéo dài bằng cách bảo quản ở nhiệt độ thấp.

Các phản ứng hóa học này khá phức tạp. Rõ ràng nhóm epoxy có thể phản ứng với cả nhóm hydroxyl của phenolic và với các nhóm metylol. Dicyan diamit có thể phản ứng với vai trò vừa là tác nhân xúc tác đóng rắn và tác nhân phản ứng.

15.3. Keo dán kim loại

Việc dán các kim loại gần đây rất phát triển. Các bề mặt kim loại có đặc trưng khác nhau mà không thể tự liên kết thì đều sử dụng keo dán để dán.

Keo dán phát triển cho nhằm kết dính các kim loại đặc biệt. Liên kết hoàn thành nhờ sự kết hợp một số phản ứng. Loại thứ nhất để dán cấu trúc hoặc liên kết mang tải trọng cao. Vấn đề còn tồn tại là phản ứng hóa học giữa keo dán và bề mặt kim loại kết hợp trực tiếp hay qua lớp trung gian như đồng sunfua (CuS) trong liên kết cao su/ đồng thau. Loại thứ hai thường dùng cho mục đích phi cấu trúc hay liên kết mang tải trọng thấp, song khó xác định trường năng lượng còn lại xung quanh mỗi phân tử gây ra bởi sự hấp dẫn tương hỗ giữa keo dán và bề mặt kim loại.

Keo dán kim loại thường được phân loại thành: (1) keo dán kim loại thuần túy, (2) keo dán hỗn hợp kim loại, (3) keo dán kim loại cho mục đích chung.

15.3.1. Keo dán kim loại thuần túy

Keo dán kim loại cho những mục đích cấu trúc liên quan đến những liên kết mang tải trọng cao và mục đích phi cấu trúc mà liên kết không chịu hoặc chịu ít tải trọng.

- *Keo dán cấu trúc:* Các keo dán này cung cấp độ bền lớn nhất, thường rất sẵn có. Cho dù một số keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng chúng vẫn cần đóng rắn ở nhiệt độ cao, đặc biệt khi liên kết chịu tải trọng ở nhiệt độ cao. Những keo dán này thường sẵn có cho các cấu trúc kiểu kẹp và không kẹp.

Keo dán trên cơ sở vinyl và epoxy được dùng để dán chi tiết kim loại. Tuy nhiên các vinyl độ bền thấp hơn nhưng lại chịu nước và tiếp xúc với chất lỏng hữu cơ. Dưới áp suất chúng có thể đông rắn nhanh hơn các epoxy; tuy nhiên chúng cần áp suất dán rất cao.

Keo dán epoxy được đông rắn ở các nhiệt độ khác nhau ngoài nhiệt độ phòng. Đông rắn phù hợp và có tác dụng ở 85°C , trạng thái đông rắn trung gian cao hơn 121°C và đến nhiệt độ lưu hóa cao là 260°C .

Tất cả các dạng keo dán epoxy đã nói trên đều phù hợp để dán nhựa, cao su, gỗ và thủy tinh.

- *Keo dán phi cấu trúc:* Các keo dán này được sử dụng để dán lá kim loại, hàn kín chỗ tiếp giáp và vít định vị, chống ăn mòn, sửa chữa bề mặt kim loại, dán cách điện và những vật liệu dùng làm nhãn mác.

Những lá kim loại mỏng có thể được dán với các bề mặt kim loại không bọc hay sơn nhờ dùng các keo dán polysulfua, neopren hay trên cơ sở cao su nitrin đông rắn ở nhiệt độ phòng. Liên kết thu được có thể chịu rung và va chạm cơ học bao gồm cả các va đập. Các keo dán này phù hợp để dán các đĩa kim loại đã được đồng nhất hóa.

Các phần kim loại có thể chứa các mối nối trong đó bùn và nước có xu hướng tích lũy. Những khe hở này có thể được gắn hiệu quả bằng băng dính nhạy áp. Các phần kim loại khác như sản phẩm kim loại không gắn chặt. Keo dán nhạy áp, nhờ những mối liên kết, có thể giảm sự rò rỉ, được cung cấp nhiệt độ không quá 183°C .

15.3.2. Keo dán hỗn hợp kim loại

Khi dán một kim loại với một thành phần không kim loại có sự khác nhau về thành phần bề mặt của vật dán cũng như sự khác nhau giữa hệ số giãn nở có thể được xem xét. Một keo dán đơn trừ các polyester và epoxy được trộn hợp đặc biệt, thường không phù hợp cho những liên kết khác nhau chịu tải trọng cao. Các liên kết này dễ bị ảnh hưởng với các keo dán nổi được làm khô trên thành phần kim loại để cho độ bám dính hóa học cần thiết, sau đó các chất nền kim loại được phủ này được dán với một keo dán đặc trưng cho thành phần không kim loại và keo dán nổi. Vì vậy, các keo dán cho ứng dụng này được phân loại tốt nhất theo điều kiện tải trọng và kiểu liên kết mà chúng ảnh hưởng.

- *Keo dán cấu trúc:* Keo dán cấu trúc có thể dùng cho các liên kết tấm mỏng kim loại - gỗ, kim loại - thủy tinh, kim loại - nhựa.

Kim loại - gỗ: các vật liệu dán này thường có sẵn dưới dạng hệ keo dán một hoặc hai thành phần. Hệ thống một thành phần không phù hợp

với những kết cấu panel kiểu kẹp, trong khi đó loại hai thành phần thích hợp cho các cấu trúc cả kiểu kẹp và không kẹp. Hệ hai thành phần cho sự lựa chọn và gia công thứ cấp hay keo dán gỗ. Lựa chọn bao gồm các điều kiện đóng rắn ở nhiệt độ phòng, nhiệt độ trung bình hay nhiệt độ cao. Hệ keo dán một thành phần và sơ cấp hay keo dán kim loại của hệ keo dán hai thành phần đều được đóng rắn ở nhiệt độ lên tới 168°C . Trong những vùng mà giới hạn nhiệt độ hoặc không thể áp dụng nhiệt, hệ keo dán hai thành phần được sử dụng để hợp phần kim loại có thể được làm khô với keo dán trước khi dán. Cả hai đều cho các tính chất độ bền tương đương.

- *Kim loại - thủy tinh*: Liên kết độ bền cao đạt được với các hệ keo dán hai thành phần. Thành phần kim loại được phủ với một keo dán neopren biến tính được sấy khô trong lò, liên kết bị ảnh hưởng với một keo dán nhiệt rắn, dạng lỏng hoặc màng được đóng rắn ở nhiệt độ lên tới 135°C và áp lực dán 25psi.
- *Kim loại - nhựa*: Keo dán một thành phần trên cơ sở polyeste được chế tạo để dán tấm epoxy với thép không gỉ ở đây những lỗ rỗng 0,05 cm được nối với các bề mặt đứng và nằm ngang. Keo dán được đóng rắn ở nhiệt độ phòng và nó không chịu được sử dụng ở nhiệt độ cao.
- *Những keo dán phi cấu trúc*: Những keo dán phi cấu trúc thường sẵn có để dán kim loại - cao su, kim loại - gỗ, kim loại - nhựa và kim loại - giấy.
- *Kim loại - cao su*: Cao su neopren, SBR và nitrin, đặc biệt ở dạng lớp đệm được dán với thép bằng keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng. Chúng chịu được môi trường hoạt động của nước muối nhưng có thể nhạy khi nâng nhiệt độ.

Các tấm đúc cao su silicon được dán với kim loại bằng keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng có thể chịu được các điều kiện độ ẩm cao, dầu và nhiệt độ cao.

- *Kim loại - gỗ*: Tấm ván được dán với bề mặt kim loại bằng cả keo dán đóng rắn nhanh và chậm, tuy nhiên keo dán chậm được ưa dùng hơn trong những vùng nguy hiểm. Ván ép được dán bằng keo dán vào các tấm mạ chì, thiếc và kẽm, tạo ra liên kết có độ bền thấp không chứa nước, chịu dầu và ẩm.

15.3.3. Keo dán kim loại cho mục đích chung

Keo dán cho mục đích chung cung cấp liên kết thích hợp với mục đích phi cấu trúc. Chúng đều là các hệ keo dán một thành phần trên cơ sở vật liệu acrylic, xenlulo, cao su và vinyl.

- *Keo dán acrylic*: Keo dán này không giống các keo dán khác cùng nhóm, có thể cung cấp liên kết có độ bền cao, thích hợp cho mục đích cấu trúc không chịu các điều kiện ẩm và nhiệt độ cao. Nó chỉ được dùng khi dán nhanh ở nhiệt độ phòng do nó rất đắt. Keo dán này sẽ dán bất kỳ vật liệu nào với kim loại.
- *Keo dán xenlulo*: Keo dán này sẽ dán giấy, sợi, thủy tinh, đồ da và một số loại nhựa với kim loại, dưới các điều kiện đóng rắn ở nhiệt độ phòng.
- *Keo dán cao su*: Có bốn loại keo dán cao su cho các mục đích chung để dán các vật liệu vào kim loại. Mỗi loại có khả năng chống chịu môi trường khác nhau.

Loại thứ nhất: bền với không khí, dầu và nước. Nó sẽ dán sợi, neopren, polyvinyl clorua với kim loại.

Loại thứ hai: tùy thuộc vào kiểu, cho độ bền xấp xỉ, chịu ánh sáng. Nó sẽ dán giấy, sợi, da, gỗ, cao su và nhựa bao gồm cả những lớp mỏng vào kim loại.

Loại thứ ba: bền với các dung môi thơm. Tùy thuộc vào kiểu, nó có thể được đóng rắn ở điều kiện nhiệt độ phòng. Nó sẽ dán sợi, cao su, nhựa bao gồm cả những lớp mỏng và dễ nổ với kim loại.

Loại thứ tư: bền dầu bôi trơn và tương đối bền dung môi thơm. Nó sẽ dán sợi, cao su, và nhựa vào kim loại.

- *Keo dán vinyl*: Các keo dán này cạnh tranh với các keo dán xenlulo để dán các vật liệu với kim loại. Chúng không có bất kỳ đặc trưng bắt cháy nào nhưng cho độ bền ẩm thấp.

Chương XVI

DÁN THỦY TINH

Sự sẵn có của polyme thương mại có độ trong suốt khuyến khích việc sử dụng các keo dán để dán thủy tinh với nhau hoặc dán thủy tinh vào vật liệu khác. Trong sản xuất kính an toàn và kính chống đạn thì polyvinyl butyral cung cấp lớp liên kết và có độ bám dính tuyệt vời với thủy tinh. Keo dán có rất nhiều ứng dụng hàn gắn khác nhau.

Sự phát triển keo dán cho các sản phẩm thủy tinh vẫn là một quá trình lâu dài. Các tính chất vật lý và quang học như độ trong, độ mềm dẻo, độ bền ẩm là rất quan trọng đối với việc lựa chọn loại keo hàn gắn cho mỗi mục đích sử dụng khác nhau, ví dụ việc dùng keo dán trong ngành công nghiệp thủy tinh để sản xuất kính mờ và kính an toàn.

Để chế tạo một lớp liên kết thích hợp cho tấm thủy tinh mỏng các nhà khoa học đã nghiên cứu xenlulo nitrat, xenlulo axetat biến tính, polyacrylat và nhựa polyeste - anhydrit maleic. Tuy nhiên, kết quả cho thấy polyvinyl butyral rất phù hợp cho các tấm thủy tinh mỏng cũng như vật liệu keo dán. Các vật liệu nhựa khác cũng có khả năng nhưng không hiệu quả bằng.

Một số ứng dụng dán thủy tinh đòi hỏi công thức đặc biệt để thích ứng thành phần keo dán với tính phân cực của bề mặt dán và đáp ứng điều kiện sử dụng.

16.1. Bề mặt dán thủy tinh

Các tính chất vật lý và hóa học của thủy tinh là yếu tố quyết định đến việc lựa chọn keo dán thủy tinh. Thành phần của thủy tinh rất đa dạng; đặc biệt nó là một mạng silicon - oxy chứa tác nhân biến tính mạng lưới như natri, canxi, kali, magie, sắt và nhôm. Các thành phần khác có thể thay thế là chì đioxit hay photpho pentoxit cho một lượng lớn silicon ngoài ra còn có thể chứa các tỷ lệ arsenic, bari, bo, sắt, strontium và antimon. Tuy nhiên, thủy tinh trên cơ sở natri oxit - canxi oxit là hợp chất dùng phổ biến nhất cho ứng dụng công nghiệp.

Thành phần hóa học của bề mặt thủy tinh mới tạo có các nhóm Si-O và Si-O-Na mở rộng trong không gian. Tuy nhiên, thủy tinh có tính hấp thụ rất cao và sự hydrat hóa nhanh chóng xảy ra hình thành nên nhóm Si-OH trên bề mặt. Do đó, keo dán phân cực thích hợp để dán thủy tinh.

liên kết với thủy tinh bằng liên kết hydro hoặc bằng liên kết hóa trị cơ bản.

Độ mềm dẻo, hệ số co và giãn của vật liệu polyme là rất quan trọng để đạt được độ bền liên kết tối đa và tuổi thọ của liên kết thủy tinh - thủy tinh. Ví dụ một số keo dán cấu trúc nhất định đòi hỏi tác dụng nhiệt và áp suất để đóng rắn và thường thì các yêu cầu đóng rắn này sẽ tạo nên ứng suất tập trung ở bề mặt thủy tinh và kết quả là sẽ nhanh làm hỏng kính. Do vậy phải cẩn thận khi đóng rắn hệ thủy tinh - keo dán - thủy tinh ở nhiệt độ cao. Nếu nhiệt độ dán là 150°C hay cao hơn thì cần phải giảm nhiệt độ hệ dán chậm xuống tới nhiệt độ phòng. Thường thì các polyme mềm dẻo, tác nhân dẻo hóa và các chất độn được đưa vào để làm giảm độ giòn và giảm các ứng suất khác nhau của quá trình dán keo.

Thường thì kính được ram dưới lực nén khoảng 500psi (cho độ dày 1,27 cm) ứng suất nén ở bề mặt ứng suất căng ở giữa chỉ là 250 psi. Do vậy sự tập trung ứng suất không đều gây ra do sự co ngót của keo dán trong quá trình đóng rắn có thể làm hỏng thủy tinh dưới độ bền kéo căng tiêu chuẩn của liên kết. Polyvinyl axetat tạo liên kết tốt với thủy tinh nhưng sự tập chung ứng suất dư (750-1100 psi) ở bề mặt phân cách keo dán - thủy tinh, và khi kiểm tra khả năng phá hỏng xảy ra hiện tượng nứt kính. Tuy nhiên việc đưa thêm 20% dibutyl phtalat hay bất cứ tác nhân hóa dẻo thích hợp khác vào công thức polyvinyl axetat sẽ cho sự tập trung ứng suất trong thủy tinh và ở bề mặt phân cách keo dán thủy tinh ở mức bình thường, trong khi đó độ bền của hệ liên kết tăng lên.

Nhìn chung, thủy tinh được coi là có bề mặt trong và phẳng; tuy nhiên qua kính hiển vi thì bề mặt này không phẳng mà có nhiều đỉnh và vết lõm kích thước khác nhau không được loại hoàn toàn bởi quá trình làm bóng. Khả năng làm ẩm và thấm của keo dán vào các vết lõm ở kính phụ thuộc vào kích thước của các phân tử mạch dài, hướng của chúng và khí giữ lại trong các vết lõm. Do bề mặt của thủy tinh không phẳng hoàn toàn nên diện tích bề mặt thay đổi và do đó ảnh hưởng đến độ bền liên kết.

16.2. Một số keo dán thương mại

Các polyme và hỗn hợp polyme tạo nên hàng loạt các keo dán bám dính với thủy tinh. Hơn thế nữa các loại keo dán hiện đang được bán trên thị trường có thể là các polyme hoặc prepolymer được đóng rắn tác dụng nhiệt hoặc bằng cách đưa thêm chất tăng cứng. Loại dung dịch là một dạng khác trong đó vật liệu polyme được phân tán trong dung môi thích hợp. Cả hai loại đều thích hợp cho thủy tinh, tuy nhiên với keo dán dung môi thì phải để dung môi bay hơi hoàn toàn trước khi dán các bề mặt với nhau.

Keo dán thủy tinh có thể được phân loại theo các thành phần polyme cơ bản. Thường thì để dán các vật liệu thủy tinh có độ trong là mong muốn, tuy nhiên đôi khi cũng có thể sử dụng các vật liệu có màu tối tùy theo mục đích sử dụng. Các keo dán cấu trúc đóng rắn nhiệt, do đóng rắn ở nhiệt độ cao tạo nên các liên kết bền thời tiết. Phenolic - polyvinyl butyral và phenolic biến tính thuộc loại này, nó có độ trong, độ bền liên kết cao và bền ẩm.

Polyvinyl butyral là keo dán cho kính tấm và kính chống đạn, đã được cung cấp ở dạng tấm cho nền này; các butyral ở dạng hạt có thể được phân tán trong dung môi thích hợp để tạo nên keo dán dung dịch dán thủy tinh - thủy tinh. Độ bám dính tuyệt vời có thể đạt được với điều kiện dung môi bay hơi hoàn toàn trước khi dán thủy tinh. Độ bám dính của các keo dán butyral trong khoảng từ 2000-2500 psi. Polyvinyl butyral đeo hóa (20-45 phần trietylen glycol di-2-etyl butyrat/ 100 phần nhựa) cho độ bám dính thủy tinh rất tốt từ 2000-4000 psi.

Các công thức cao su phenolic - nitrin đã được kết hợp bởi một số nhà sản xuất. Thường thì loại keo dán này có màu thay đổi từ vàng nhạt đến màu đen; ngoài thủy tinh thì phenolic nitrin có thể dán nhiều bề mặt khác nữa. Qua đánh giá cho thấy độ bền kéo căng đạt được là 1000-2000 psi và có độ bền độ ẩm cao; tuy nhiên màng keo dán trở nên giòn khi đóng rắn ở nhiệt độ cao mà có thể dẫn tới làm rạn nứt bề mặt thủy tinh.

Keo dán trên cơ sở neopren có thể dán thủy tinh - thủy tinh nhưng cho liên kết có màu tối và mờ đục. Chúng là keo dán dung môi dùng để dán thủy tinh vào các vật liệu khác. Chúng đóng rắn chậm ở nhiệt độ phòng, nhưng việc hoạt hóa nhiệt có thể cải thiện độ bền liên kết. Các ứng dụng của các keo dán này bao gồm dán ni vào thủy tinh, cao su - thủy tinh và bọt kính vào các cấu trúc cơ bản.

Nhóm trên cơ sở cao su bao gồm rất nhiều loại vật liệu và có thể kết hợp từ các cao su tự nhiên, buna-N (nitrin), buna-S (butadien-styren) và cao su tái sinh. Một số keo dán này thích hợp cho rất nhiều ứng dụng trong phòng để dán thủy tinh vào các bề mặt khác. Độ bền liên kết là đủ cho những mục đích ứng dụng này mặc dù độ bền kéo căng thay đổi từ 200-800 psi. Hầu hết các nhà cung cấp đều sẵn có các loại keo dán này để bán.

Các loại polysulfua và silicon dùng chủ yếu cho các ứng dụng yêu cầu độ bền liên kết thấp, nhưng cần tuổi thọ. Ứng dụng thường giới hạn cho các vật liệu hàn gắn.

Các keo dán vinyl axetat và xenlulo - vinyl axetat là keo dán trong suốt, dùng cho các ứng dụng trong phòng với các liên kết có độ bền

trung bình, ví dụ, dán thủy tinh với chính nó, thủy tinh - gỗ và một số vật liệu khác. Chúng đóng rắn ở nhiệt độ phòng với điều kiện phải có đủ thời gian để dung môi bay hơi hoàn toàn và phải dán chúng khi keo dán vẫn còn độ dính. Có thể hoạt hóa và đóng rắn nhiệt, tùy thuộc vào bề mặt dán. Kiểu đóng rắn này cho độ bền liên kết từ 1500-2000 psi.

Các keo dán epoxy đặc biệt thích hợp cho thủy tinh bởi các đặc tính đóng rắn của chúng và với keo dán này chỉ cần tác dụng lực tiếp xúc trong quá trình đóng rắn.

Chúng có cả loại keo dán đóng rắn ở nhiệt độ phòng và nhiệt độ cao. Nhựa này rất thích hợp với bề mặt thủy tinh bởi chúng ít co, có độ trong suốt và độ bền liên kết cao; tuy nhiên một số loại bền độ ẩm kém, đặc biệt khi ở điều kiện độ ẩm cao.

16.3. Dán nhựa - thủy tinh

16.3.1. Tác nhân ghép nối

Các tác ghép nối phản ứng với cả thủy tinh và nhựa cán mỏng. Hai loại tác nhân ghép nối đã được sử dụng rất rộng rãi trong thương mại: ankyl alkoxy silan và các phức crom clorua. Cấu trúc hóa học chỉ ra phương pháp hiệu quả nhất để ứng dụng là đơn lớp, một mặt hoạt động thủy tinh, kết hợp với các silanol của thủy tinh và một mặt hoạt động nhựa ở bề mặt vừa đồng trùng hợp với lớp mỏng nhựa trong giai đoạn tạo gel và đóng rắn.

Dưới một số điều kiện tác nhân ghép nối phản ứng với bề mặt thủy tinh. Khi một clo silan được áp dụng ở pha hơi vào thủy tinh dehydrat hóa, axit HCl được loại bỏ như một sản phẩm phản ứng sau khi closilan được đóng rắn trên thủy tinh. p-nitrobenzyl bromua và epichlorhydrin được áp dụng tương tự chứng minh rằng một phản ứng ion xảy ra giữa halogen và nhóm silanol trên bề mặt thủy tinh. β -cloallyl trichlorosilan được áp dụng trong pha hơi cho sợi thủy tinh làm sạch nhiệt với các chỉ số liên kết mạnh với thủy tinh và với nhựa.

Tuy nhiên ankyl alkoxy silan được áp dụng từ dung dịch nước tốt hơn hơi. Nhóm ankoxyl phản ứng với nước tạo thành nhóm silanol, phản ứng ngược lại tạo thành liên kết siloxan với nước dưới dạng sản phẩm phụ. Các siloxan này tan trong nước.

Các ankyl alkoxy siloxan này có thể được loại bỏ một phần từ bề mặt của thủy tinh hydrat hóa nhờ chiết dung môi. Trong mỗi trường hợp, lớp không chiết được để lại trên bề mặt thủy tinh. Điều này chỉ ra rằng lớp bề mặt hay các lớp siloxan có thể định hướng về phía thủy tinh tạo thành

cấu trúc siloxan đồng nhất và hoàn toàn do đó rất khó hoà tan. Điều này cũng chỉ ra khả năng của phản ứng với silanol ở bề mặt thủy tinh.

16.3.2. Sợi thủy tinh

Một số nghiên cứu cho thấy rằng bề mặt thủy tinh có xu hướng hấp phụ cả oxy và nước. Do độ hấp phụ của oxy bởi thủy tinh chì và các thủy tinh khác thấy rằng oxy có thể hấp phụ dạng lớp bề mặt với độ bền liên kết nửa hóa học, khi có chỗ trống, các vị trí oxi trên bề mặt hóa trị 8. Một nghiên cứu khác với sợi thủy tinh đơn, cho thấy thủy tinh được giữ trong chân không có độ bền kéo căng ban đầu là 525.000psi trong 28 ngày kiểm tra. Tuy nhiên, trong không khí khô, thủy tinh mất dần độ bền ở tốc độ giảm, 0,5% trong ngày đầu tiên, 0,1% sau 28 ngày, 0,05% sau ngày thứ 128. Trong không khí ẩm (độ ẩm tương đối 100%) mất 8% trong ngày đầu tiên, 0,3% sau ngày thứ 28, 0,02% sau ngày thứ 128... Gia công cũng làm giảm độ bền kéo căng, đặc biệt là sợi có đường kính lớn hơn.

16.3.3. Keo dán

Sợi thủy tinh cho nhựa gia cường có đường kính 0,0005-0,0025 cm. Chúng được tạo thành từ khuôn kéo thủy tinh 204 lỗ ở nhiệt độ 1260°C với tốc độ trên 50,8 m/giây. Thủy tinh chảy qua các lỗ ở đáy bình bằng hợp kim planti do tỷ trọng. Sau khi tạo thành, thủy tinh dây được kéo hay phun để áp dụng một dung dịch hồ hay chất kết dính. Sự phủ này là cần thiết để gia công dây trong những công đoạn sau. Dung dịch này có thể là tinh bột - dầu, hồ dẹt để cải thiện công nghệ dẹt bao gồm dầu hạt bông hydro hóa, tinh bột được dextrin hóa một phần, este của axit béo, polyvinyl ancol và các chất nhũ hóa.

Để sử dụng với nhựa polyeste, hồ được áp dụng ở khuôn kéo metacrylat clorua, chất bôi trơn polyvinyl axetat và chất nhũ hóa. Nó có thể là một hồ chứa tác nhân ghép nối muối natri của vinyl triethoxy silan hay có thể là công thức tương hợp epoxy - nhựa trong sợi thổi liên tục ở hàm lượng thủy tinh cao. Công thức cơ bản là: nhựa polyeste no, chất bôi trơn, polyvinyl ancol và polyvinyl pyrrolidon.

Thủy tinh sợi được kéo trong không khí độ bền kéo căng rất cao 525.000psi. Nước và hóa chất có mặt thường xúc tiến phân huỷ bề mặt thủy tinh > 90.000 và < 300.000psi theo mức độ gia công mà sợi thủy tinh phải chịu.

Hợp chất nhựa - thủy tinh đóng rắn có thể mất độ bền trong không khí ẩm hay nước khi được hồ với chất kết dính có chứa tác nhân ghép nối. ảnh hưởng này có thể đặc trưng cho một số hỗn hợp tác nhân ghép nối/ nhựa.

Chương XVII

CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA KEO DÁN

17.1. Keo dán bao gói

Các loại bao gói đều trên cơ sở giấy tuy nhiên gần đây nhựa cũng được sử dụng nhiều. Keo dán là thành phần cơ bản của bao gói. Chúng được chia thành bốn loại chính, đó là (1) sản xuất bì các tông, (2) dán kín các tông, (3) ống và (4) nhãn mác.

17.1.1. Sản xuất các tông

Túi giấy, ống thổi và các tông bì sợi là các dạng bao gói cơ bản. Silicat, keo động vật, dextrin, gôm, nhũ tương nhựa, casein, mủ cao su và những keo dán nóng chảy được dùng để tạo nên các dạng cơ bản này. Những keo dán này được sử dụng rộng rãi thích nghi cho cả các nguyên liệu giấy được xử lý và không xử lý, có khả năng chịu độ ẩm và nước. Các tính chất của keo dán bao gói được mô tả trong bảng 17.1.

Bảng 17.1. Những tính chất của keo dán ống

Dạng keo dán	Độ bền		Độ bám dính	
	Ẩm	Nước	Chưa xử lý bề mặt	Xử lý bề mặt
Silicat	tốt	không	tốt	Kém
Keo động vật	tốt	"	"	Kém
Dextrin	tốt	"	"	kém
Gôm	rất tốt	"	"	"
Nhũ tương nhựa	"	"	rất tốt	"
Casein	tốt	tốt	tốt	"
Cao su latex	rất tốt	"	rất tốt	tốt
Nóng chảy	"	rất tốt	"	"

- *Túi giấy*: túi giấy có cấu trúc đáy và cạnh được gắn bằng keo dán. Các keo dán trên cơ sở dung môi, nhũ tương nước hay keo nóng chảy phù hợp cho những túi chịu nước. Ở những nơi không đòi hỏi độ bền nước, có thể được dùng những keo dán khác như keo silicat.
- *Ống thổi xoắn*: ống xoắn được tạo ra nhờ thổi giấy phủ keo dán trên một trục gá. Độ dày được xác định bởi số lớp mỏng được sử dụng. Silicat, dextrin và keo động vật được dùng cho mục đích này.

Cactông bìa sợi: được tạo thành nguyên liệu gọn sóng hay cán mỏng. Keo silicat thường được sử dụng cho mục đích này, tuy nhiên các dextrin thì cạnh tranh hơn so với silicat. Khi đòi hỏi độ thấm nước, các keo dán trên cơ sở dung môi, nhũ tương nước hay keo dán nóng chảy được dùng để gắn các ống lót bề mặt.

Nguyên liệu gọn sóng được sản xuất nhờ làm mềm một tấm giấy, thường dày 9mm bằng hơi và tạo nếp trên một trục có rãnh được gia nhiệt bằng hơi. Keo dán được áp dụng cho các đầu rãnh sử dụng khoảng 35-50 g/m² đối với keo dán silicat và một ống lót dày khoảng 10-30mm có áp lực dán 150psi. Mặt rãnh khác được phủ thêm keo dán khoảng 50-60 g/m² đối với keo silicat và ống lót thứ hai có áp lực liên kết dưới 15psi.

Nguyên liệu cán mỏng được sản xuất bằng cách xếp từng tấm được phủ khoảng 30g/cm², keo dán silicat, lên một tấm khác và liên kết dưới áp lực 800psi. Keo silicat được dùng ở đây thường được biến tính với đất sét để có độ nhớt khoảng 200-500 cps.

17.1.2. Dán kín

Túi giấy và các tông bìa sợi phải dùng keo dán để dán các tấm ngăn. Ống thổi xoắn sử dụng các tấm ngăn thường được loại bỏ.

Những hộp bìa sợi được dán kín với keo dán đặc với những đòi hỏi độ ẩm và các điều kiện bề mặt của cactông. Keo silicat được dùng ở những nơi không cần chịu ẩm và keo động vật tương hợp với chất nổ, cho các thùng đạn.

Một số các tông bìa sợi dùng bọc giấy trên bề mặt như che phủ. Chúng được dán với keo dán trên cơ sở dung môi, nhũ tương nước và keo dán nóng chảy. Quy trình này rất đắt vì liên quan đến nhân công lao động thủ công.

Túi bìa sợi thổi xoắn sử dụng băng dính keo dán nhạy áp polyeste khi cần thiết dán kín. Mặc dù các băng dính này có thể loại bỏ thậm chí ở nhiệt độ thấp, vẫn thích hợp để gắn tạm thời. Chúng thích hợp làm các thùng đạn được.

17.1.3. Bao gói

Sự bao gói gồm (1) gia cường và gắn các tông, (2) dán kín thùng chứa và (3) ứng dụng bảo quản.

- *Gia cường và gắn*: Cactông được dán kín bằng khoá dập cơ học hay dán keo. Các liên kết này đôi khi cần hàn gắn và gia cường thêm. Chúng được thực hiện với băng dính phết keo hay băng dính nhạy áp. Việc lựa

chọn băng dính phụ thuộc độ ẩm và khả năng chịu thời tiết mong muốn, kiểu bề mặt dán và tải trọng.

Có ba kiểu băng dính được gia cường sẵn có cần độ bền bổ sung. Loại thứ nhất chứa thủy tinh, sợi dứa hay tơ nhân tạo gia cường với asphan hay các lớp phủ khác cho hiệu quả tốt hơn ít nhất 35% so với băng dính không gia cường. Băng dính phủ asphan nhìn chung không phù hợp cho các tổng hợp thực phẩm. Loại thứ hai, chứa sợi gia cường không đặc trưng, sẵn có với độ dẫn dài thấp và cao, cung cấp các đặc trưng độ bền rộng nhất và cao nhất cho băng dính phết keo. Loại thứ ba là băng dính nhạy áp được gia cường, tùy thuộc vào loại, có thể chịu thời tiết.

- *Gắn kín thùng chứa:* Một số thùng chứa có nắp vặn vít và nút cần phải gắn kín. Điều này dễ dàng thực hiện với băng dính nhạy áp trên cơ sở polyvinyl clorua do đặc trưng giãn dài cao của chúng. Các băng dính này có độ bền rất tốt với những thay đổi thời tiết, ánh sáng, nước, dầu, dung môi, axit và bazơ.
- *Ứng dụng bảo quản:* băng dính nhạy áp được dùng cho mục đích để bảo quản gồm (1) bảo vệ các máy móc phức tạp trong điều kiện thời tiết ngoài trời, (2) bảo vệ các vật liệu giòn trong khi gia công, (3) dán kín miêng cửa thiết bị và các khe hở trong các thùng chứa đã loại nước, (4) viên và sửa chữa các tài liệu để vận hành và bảo quản sau này, (5) những ứng dụng chịu nước.
- *Thay đổi thời tiết:* Có hai kiểu băng dính nhạy áp sẵn có để bảo vệ máy móc phức tạp như: tên lửa, rocket, máy bay và thiết bị truyền sức mạnh cho mặt đất khỏi những ảnh hưởng có hại do sự thay đổi thời tiết bên ngoài trong thời gian dài.
- *Gắn kín:* Một số thùng chứa thiết bị nếu hở thì cần gắn kín trong khi vận chuyển và bảo quản. Việc này có thể thực hiện dễ dàng với các băng dính nhạy áp. Chúng chống ẩm tốt và dễ dàng loại bỏ.
- *Sửa chữa:* Những tài liệu giấy có thể bị hư hỏng trong khi sử dụng và bảo quản. Băng dính nhạy áp sử dụng lớp lót giấy - xenlulo axetat dạt mỏng nhận chữ viết và dùng các lớp lót xenlulo axetat trong suốt và có màu, xenlophan để viên và sửa chữa tài liệu.
- *Chịu nước:* Một số bao gói cần chịu nước khi bảo quản. Asphan và hỗn hợp cao su nhựa và nhựa đường gốc than, áp dụng bằng cách quét lên cung cấp độ bền cần thiết. Băng dính nhạy áp polyeste có ích cho mục đích này. Những vật liệu này tương đương với chất nơ.

17.1.4. Dán nhãn

Sự ghi nhãn được thực hiện với (1) nhãn giấy, (2) tấm kim loại, (3) chất phóng xạ, (4) nhãn nhựa, (5) đề can và (6) sơn hoặc mực. Tất cả các cách ghi này đều được thực hiện với keo dán.

- *Giấy*: Nhãn giấy có thể thu được với lớp lót dán keo hay không dán keo. Các nhãn được lót dán keo theo các hình chữ nhật, hình tròn và elip, mép ngoài có hay không có màu thường sẵn có với các lớp lót phết keo được hoạt hoá bằng nước với các lớp lót keo dán nhạy áp có thể áp dụng trực tiếp. Các nhãn này được viết lên và sau 2 giờ áp dụng không thể loại bỏ mà không xé chất nền hay nhãn mác. Các nhãn mác này có thể bảo vệ chống ẩm và chịu thời tiết với các băng dính vinyl và polyeste trong suốt.

Những nhãn không lót keo phía sau có thể được dán với vô số các keo dán. Có ba loại keo dán không độc có thể dùng được. Loại thứ nhất vật liệu chế tạo trên cơ sở nhũ tương nước điều chỉnh tính bất cháy của vật liệu. Loại thứ hai vật liệu trên cơ sở dung môi hữu cơ. Những keo dán này sẽ dán nhãn giấy vào gỗ, bìa sợi, oxit đen, sắt mạ kẽm, thủy tinh, thiếc, cao su và các bề mặt được sơn. Loại thứ ba không độc, dùng để dán nhãn giấy được tạo thành từ xenlulo nitrat có thể bất cháy. Nó phù hợp để nhãn gỗ mềm, gỗ dán và bìa sợi.

Silicat được sử dụng để dán nhãn giấy với giấy và bề mặt gỗ ở nơi không cần chịu ẩm. Những keo dán khác cho mục đích dán giấy nói chung có thể sử dụng để dán nhãn mác.

- *Kim loại*: Những tấm kim loại được sử dụng cho thiết bị dán nhãn. Các tấm này cũng được cung cấp với lớp lót keo dán hay không có keo dán.

Các tấm kim loại lót keo dán chứa một màng hoạt hoá dung môi hay keo dán nhạy áp với nhiều kích cỡ, dấu hiệu và màu sắc. Các tấm được dán có thể chịu được thời tiết, phun muối, nước, hydro cacbon, hợp chất làm sạch, nhiệt độ dưới -13°C và mài mòn mà không mất độ bám dính.

Các tấm không lót keo dán có thể dán trực tiếp vào bề mặt sơn hay không sơn với các keo dán polysulfua hay keo dán trên cơ sở cao su. Các keo dán này có thể chịu rung và va chạm cơ học kể cả va đập.

- *Chất phóng xạ*: Một số ứng dụng bao gói đòi hỏi sự nhận dạng về hướng ánh sáng. Các ứng dụng này có thể được thực hiện nhờ dán các hợp chất phóng xạ nhạy sáng như kẽm sunfua và một chất phóng xạ. Keo dán, phụ thuộc vào kiểu, phù hợp khi tiếp xúc không khí và ngâm trong chất lỏng.
- *Nhựa*: Nhựa sử dụng cho mục đích dán nhãn, gồm mã hoá màu. Chúng bền hơn giấy nhưng lại kém hơn kim loại. Các nhãn này đều được lót keo dán và được sử dụng cho: (1) nhiệt độ trung bình, (2) nhiệt độ khắc nghiệt và (3) ứng dụng chịu thời tiết.

Nhiệt độ trung bình: Băng dính nhạy áp xenlulo axetat phù hợp cho (1) dán nhãn những thiết bị có giá trị cao các thùng chứa vận chuyển

chúng, (2) gắn lại các phong bì hờ để kiểm tra và (3) mã hoá màu vĩnh cửu hay không vĩnh cửu và dán nhãn các thùng chứa. Cả ba loại băng dính này có thể chịu được 72 giờ tiếp xúc ở 49°C và hai loại sau có thể chịu được 30 giờ tiếp xúc ở 66°C . Hai nhãn mác đầu được in trước và loại thứ ba có thể in và sẵn có với nhiều màu sắc.

Mạch điện được đánh dấu bằng băng dính nhạy áp bền nhiệt độ thấp -62°C và nhiệt độ cao 82°C mà không ảnh hưởng tới tính rõ ràng của bản in. Các băng dính này tùy thuộc vào kiểu có thể nhận chữ viết khi sử dụng do các loại băng dính in trước thường không sẵn có.

Nhiệt độ khắc nghiệt: Dòng chảy lỏng phải chịu những điều kiện nhiệt độ khắc nghiệt. Chúng được đánh dấu với những băng dính nhạy áp không ăn mòn chất nền và chịu dung môi, nhiệt độ tới 163°C . Băng dính được in trước trên bạc hay trên nền trắng và được sử dụng cho những ứng dụng khác phải chịu những điều kiện nhiệt độ khắc nghiệt tương tự. Ở nhiệt độ thấp, có thể sử dụng băng dính polyester.

Thời tiết khắc nghiệt: băng dính nhạy áp polyvinyl clorua phù hợp cho ứng dụng tiếp xúc với môi trường khắc nghiệt như ánh sáng, nước, dầu, axit, dung môi, kiềm và vật liệu mài mòn.

Một băng dính nhạy áp polyester tương tự phù hợp với các điều kiện môi trường gồm tiếp xúc với axit hay kiềm. Nó được cung cấp ở dạng trong suốt hay có màu sắc. Băng dính trong suốt có thể dùng bảo vệ nhãn mác và băng dính có màu dùng cho việc mã hoá màu.

- *Đề can:* Đề can được dùng cho các ứng dụng dán nhãn đặc biệt. Khi được áp dụng, chúng không thể tách ra khỏi bề mặt kim loại trần hay được sơn và tráng khi cạo bằng dao hay ngâm trong nước hoặc naphtha.
- *Đánh dấu giấy nền:* bao gói và thiết bị có thể đòi hỏi đánh dấu, ký hiệu và chữ. Việc đánh dấu này được tiến hành bằng cách phun hay quét sơn hoặc in mực lên giấy nền được dán với bề mặt được đánh dấu nhãn. Keo dán là một vật liệu trên cơ sở không nước có thể dán giấy nền vào bề mặt được sơn.

17.2. Keo dán cách điện

Các keo dán điện được dùng để dán các thành phần với nhau đồng thời cũng là vật liệu cách điện giữa chúng. Những keo dán này thường là băng dính nhạy áp. Khi những ứng dụng không cần những đặc trưng cách điện các tác nhân dán đặc trưng cho các bề mặt dán cũng được sử dụng. Tuy nhiên có một số lựa chọn vật liệu dán được dành cho những ứng dụng điện trong đó không đòi hỏi những đặc trưng điện. Các keo

dán này được kết hợp đặc biệt với các vật liệu dán thường được sử dụng trong thiết kế thiết bị điện.

Băng dính điện cung cấp một phương pháp thích hợp cho ứng dụng cách điện để các vật dẫn điện được cách điện một phần hay toàn bộ. Các băng dính này là các vật liệu cách điện tự dán bao gồm ba thành phần: lớp lót, keo dán và bộ phận ngăn cách. Một số băng dính polyetylen và cao su kết hợp keo dán và lớp lót thành một thực thể đơn.

Các băng dính này thường dán dưới áp suất của tay ở nhiệt độ phòng hay nhiệt độ cao. Nếu dán ở nhiệt độ phòng được gọi là băng dính nhạy áp còn ở nhiệt độ cao được gọi là băng dính keo nhiệt rắn nhạy áp.

Băng dính được chia thành ba loại chung theo ứng dụng. Loại thứ nhất cho nối dây dẫn, bao gồm việc sửa chữa cách điện, loại thứ hai cho xây dựng và sửa chữa các thiết bị điện và loại thứ ba là đánh dấu các sơ đồ điện.

17.2.1. Băng dính nối dây điện

Nối dây điện bao gồm việc kết hợp hai hay nhiều dây thành thành một dây dẫn điện duy nhất. Mỗi nối được thực hiện nhờ đan lẫn nhau các dây dẫn điện, ngay sau đó vùng nối hở được cách điện bằng băng dính. Các băng dính này đã được đưa vào danh mục các vật liệu cách điện sơ cấp dành cho tiếp xúc trực tiếp với các dây dẫn trần và các vật liệu cách điện thứ cấp để phủ và sửa chữa cách điện sơ cấp.

- *Băng dính cách điện sơ cấp:* Băng dính trên cơ sở cao su, polyetylen, polyvinyl clorua, teflon và thủy tinh được sử dụng cho những tiếp xúc trực tiếp với dây dẫn trần.

Cao su: Vật liệu này là một trong những hợp chất đầu tiên được sử dụng để cách điện các vật dẫn. Thông thường có bốn kiểu keo dán trên cơ sở cao su được sử dụng.

Kiểu thứ nhất là băng dính nối trên cơ sở cao su gồm hai loại. Loại thứ nhất dùng để nối dây dẫn và cấp hoạt động ở điện thế trên 600 vôn, và loại thứ hai bền ozon, để nối dây dẫn và cấp hoạt động ở 2000vôn hoặc cao hơn. Cả hai loại băng dính đều đóng rắn ở nhiệt độ phòng và sự phá hủy mỗi nối cách điện thu được không phù hợp với đường cách điện ban đầu.

Kiểu thứ hai là băng dính cao su chuyên dụng dùng trong xây dựng để nối cáp điện giống kiểu cơ bản, nó được đóng rắn ở nhiệt độ phòng.

Kiểu thứ ba cũng là băng dính trên cơ sở cao su chuyên dụng sử dụng khi sự phá hủy mỗi nối cách điện phải phù hợp với đường cách điện ban

đầu. Nó có hai loại: loại thứ nhất cho những ứng dụng cách điện sơ cấp và loại thứ hai là ứng dụng cho sự cách điện thứ cấp. Cả hai kiểu đều được đúc ở nhiệt độ và áp suất cao.

Kiểu thứ tư dùng cho các mối nối cách điện phải phù hợp với đường cách điện ban đầu và sử dụng dưới nước. Kiểu này được đúc ở nhiệt độ và áp suất cao.

Polyetylen: Băng dính này chủ yếu dành cho việc nối dây dẫn và cáp được cách điện bằng polyetylen, cho dù thực nghiệm chỉ ra rằng nó cũng hiệu quả cho hầu hết các ứng dụng cách điện. Băng dính này cũng tương tự băng dính trên cơ sở cao su trong đó lớp lót và băng dính là một đơn vị. Tuy nhiên nó các tính chất điện tốt hơn.

Polyvinyl clorua: Băng dính này thường thích hợp nhất cho những nghiên cứu nối nối chung do nó có trở kháng cao, mỏng, phù hợp, thời hạn bảo quản tốt, bền hoá chất và có ăn mòn điện phân thấp.

Polytetra floetylen: Keo dán này dùng cho các mối nối cách điện chịu nhiệt độ cao 260°C. Chúng thoả mãn cho những ứng dụng dưới nước và không giống một loại cao su có thể ảnh hưởng đến mối nối cách điện mà không sử dụng nhiệt độ và áp suất cao để gia công.

Thủy tinh: Các băng dính này dành cho các mối nối khi cần độ bền nhiệt độ cao, độ bền cơ học cao nhất.

- *Băng dính cách điện thứ cấp*: để phủ và sửa chữa các vận dẫn cách điện. Điện hình là băng dính ma sát và cao su. Tính chất điện thấp hơn so với băng dính cho vật dẫn cách điện sơ cấp.

Ma sát: Keo dán này dùng cho mục đích chung. Nó không cung cấp hàng rào ẩm và sự phá hủy mối nối không phù hợp đường cách điện ban đầu.

Cao su: không giống băng dính ma sát, băng dính cao su được dùng chủ yếu cho những ứng dụng cần hàng rào ẩm và sự phá hủy mối nối phải khá phù hợp với đường cách điện ban đầu.

17.2.2. Băng dính cho thiết kế và sửa chữa thiết bị điện

Trong thiết kế và sửa chữa các thiết bị điện, đôi khi cần phải viên hay giữ các thành phần với nhau mà vẫn phải cách điện từng thành phần. Băng dính nhạy áp cung cấp một phương pháp thực hiện cả hai mục đích.

Các băng dính trên cơ sở giấy, vải bông, xenlulo axetat polyetylen, polyeste và thủy tinh được dùng cho mục đích này. Các băng dính này, trừ polyeste, thủy tinh và polyetylen đều là các vật liệu nhiệt rắn; chúng

đòi hỏi nhiệt để đóng rắn. Chúng thực hiện tất cả các chức năng giữ và cách điện của băng dính nhạy áp nhưng thường cho độ bám dính tốt hơn, độ bền dung môi cao hơn và khả năng làm việc nhiệt độ tốt hơn.

- *Loại A:* băng dính cách điện thích hợp khi sử dụng tới 105⁰C. Giấy, vải bông, xenlulo axetat và polyetylen đều thuộc loại này.

Giấy: các băng dính này có hai kiểu được gọi là nhẵn và có vân. Kiểu có vân phù hợp hơn cho những bộ phận có hình dạng dư cho các đặc tính thích hợp của nó tốt hơn.

- *Vải bông:* Băng dính loại này chỉ có một kiểu. Tính chất và giá thành của nó tương tự băng dính giấy nhưng có độ bền cơ học tốt hơn. Băng dính này được đóng rắn nhiệt và thường được sử dụng trong các mô tơ nhỏ, lõi mô tơ thủy lực, máy phát điện và cuộn biến áp.
- *Xenlulo axetat:* Các băng dính này có hai kiểu: màng và vải. Chúng đắt hơn băng dính giấy và vải bông. Tuy nhiên chúng thích hợp hơn vì hệ số ăn mòn điện phân thấp hơn nhiều và các tính chất cơ học và điện tốt hơn. Các thành phần có kích thước dây nhỏ tương đương hay thấp hơn 28 có thể được sử dụng với các băng dính này cũng như các băng dính chịu điện thế cao.

Băng dính màng có độ bền ẩm tốt hơn, độ bền điện môi cao hơn dưới các điều kiện ẩm. Các băng dính này đóng rắn nhiệt và thường được sử dụng cho các cuộn dây mảnh và biến áp.

- *Polyetylen:* Các băng dính này có ba loại với chiều dày 7, 9 và 20mm. Chúng cung cấp các tính chất điện nhỏ như băng dính màng xenlulo axetat. Tuy nhiên độ bền cơ học và bền đánh thủng thấp.

Các kiểu này bền với nhiệt độ rất thấp, nên không thể sử dụng trong một số ứng dụng cách điện truyền thống. ở nhiệt độ thấp hơn, chúng hiệu quả khi cần độ bền điện môi tốt và tính không ăn mòn.

- *Loại B:* Băng dính cách điện loại B phù hợp cho những ứng dụng tới 130⁰C. Polyeste và một số băng dính thủy tinh trên cơ sở thủy tinh đều thuộc loại này.

- *Polyeste:* Các băng dính này có hai loại. Một loại nhiệt rắn với chiều dày 2,5-3,5mm và một loại nhạy áp có chiều dày 2,5mm.

Loại này có giá thành cao hơn băng dính giấy, vải bông, xenlulo axetat và polyetylen. Do đó chúng cho các tính chất điện tốt nhất, độ bền cơ học rất tốt chỉ sau băng dính thủy tinh. Xenlulo axetat có thể được dùng trong những ứng dụng từ dây dẫn mảnh tới điện thế cao.

- *Thủy tinh:* Kiểu này thường chứa keo dán không silicon, được sử dụng khi cần độ bền cơ học cao nhất. Do hệ số ăn mòn điện phân

tương đối cao, nó không được sử dụng cho những ứng dụng dây dẫn mảnh.

- *Loại H:* Băng dính cách điện loại H thích hợp cho những ứng dụng tới 180°C . Chỉ có băng dính thủy tinh được sử dụng cho những ứng dụng chịu điều kiện nhiệt độ này cho dù đôi khi keo dán polytetra floetylen được sử dụng.

Băng dính thủy tinh có chứa keo dán silicon được dùng cho những ứng dụng cần nhiệt độ cao và độ bền cơ học cao. Tuy nhiên giá nhiệt băng dính này ở nhiệt độ cao cải thiện các tính chất cơ bản của nó.

17.2.3. Băng dính đánh dấu mạch điện

Băng dính đánh dấu cho ứng dụng cho vật dẫn cách điện do đó, không cần các tính chất điện riêng. Các băng dính đánh dấu này có ba kiểu. Kiểu thứ nhất được in chữ màu đen trên nền trắng dùng cho ứng dụng khi sản xuất điện và quá trình dán. Kiểu thứ hai là băng dính trắng không in có thể viết chữ. Kiểu thứ ba, là băng dính trong suốt. Các băng dính này thường được dùng để nhận dạng các mạch tự động.

Chỉ dẫn các nhà sản xuất- Thị trường- Tạp chí về keo dán

A. Các nhà sản xuất keo dán - chất hàn gắn hàng đầu trên thế giới

1. **Adenax Spa**, v per Carpignanot 13030, Chislarengo (VC), Italia.
2. **Astor-Stag Ltd.**, đường Tavistock, West Drayton, West Drayton Mdlx UB7 7RA, UK (Vương quốc Liên hiệp Anh), điện thoại: 44-8950 45511; Fax: 0895-449199; Web site: 28559.

Sản phẩm: Các chất hàn gắn mềm dẻo; các keo dán trên cơ sở cao su; các keo dán nhiệt rắn.

3. **Avery France**, 14 r Emile Zola 91813 Corbeil Essonnes, Cedax - Pari – Pháp
4. **Avery Dennison-Fasson Canada Inc.**, 81 đường Dowty, Ajax, Ont. L1S 2G3 CN. Điện thoại: 905-686-0085; Fax: 905-427-5936, năm thành lập: 1980.

Sản phẩm: Keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo, keo dán nhạy áp.

5. **Beardow & Adams (Adhesives) Ltd.**, 32 đường Blundells, Bradville, Milton Keynes MK13 7HF, UK (Vương quốc Liên hiệp Anh), điện thoại: 44-1908 315474; Fax: 44-1908 223337; Email: bamgb.demon.co.uk; năm thành lập: 1977.

Sản phẩm: Keo dán nóng chảy và nhiệt dẻo, các loại keo dán nhạy áp, các loại keo dán trên cơ sở cao su.

6. **Borden Chemical (M) SDN BHD**, 27th Floor Menara Tun Razak Jalan Raja Laut, Kuala Lumpur 50350- Malaysia.
7. **Borden Packaging and Ind'I Products-CN, Div. Of The Borden Co., Ltd.**, 610 đường Coronation, West Hill, Ont. M1E 2k4 CN, điện thoại: 416-281-6000; Fax: 416-281-3879, thành lập năm 1957.

Sản phẩm: Các keo dán nhiệt rắn.

8. **Canadian Adhesives Ltd.**, 420 Marien Ave., Montreal, Que. H1B 4V6 CN, điện thoại: 514-645-4336, thành lập năm: 1946.

Sản phẩm: Các chất hàn gắn mềm dẻo, hỗn hợp, các keo dán trên cơ sở cao su, các keo dán nhiệt dẻo, keo dán polyme 2 thành phần.

9. **Canadian Technical Tape, Ltd.**, (Que.), 455 đường Cote Vertu,

Montreal, Que. H4N 1E8 CN, điện thoại: 514-334-1510; Fax: 514-754-0764, thành lập năm 1950.

Sản phẩm: Các loại băng dính nhiều chức năng, các kiểu băng dính.

10. **CASCO A/S**, Prestemosevej 2-4, Fredensborg DK-3480 - Đan Mạch, điện thoại: 45-4846-5200; Fax: 45-4846-5390, năm thành lập 1960.

Sản phẩm: Các chất hàn gắn mềm dẻo; keo dán nóng chảy – nhiệt dẻo, keo dán hỗn hợp đặc biệt, keo dán nhạy áp, keo dán trên cơ sở cao su, keo dán trên cơ sở protein, keo dán nhiệt dẻo, keo dán nhiệt rắn, keo dán có nguồn gốc thực vật.

11. **Caswell & Co. Ltd.**, Chelsea Works, đường St. Michael's, Kettering, Northamps NN15 6AU UK (Vương quốc Liên hiệp Anh), điện thoại: 01536-518340; Fax: 01536-310059, năm thành lập: 1890.

Sản phẩm: Các loại keo dán tiếp xúc, keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo.

12. **Chemor, Inc.**, 236 đường Augustin, Montreal, QC H4C 2N6 Canada, điện thoại: 514-935-4665; Fax: 514-935-4870; Web site: Email: năm thành lập: 1967.

Sản phẩm: Các loại keo dán nhiệt rắn.

13. **Chemtron Manufacturing, Ltd.**, 8428 đường Shepard SE, Calgary, AB T2H 0C7 Canada, điện thoại: 403 252-7803; Fax: 403 252-2384, năm thành lập: 1958.

Sản phẩm: các loại keo dán tiếp xúc, các chất hàn gắn mềm dẻo; các băng dính nhiều chức năng; các keo dán nhiệt dẻo; các keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần.

14. **Collano, Ebnother AG, Industriegebiet Rank**, 6203 Sempach-Station LU, Sempach Station, Lucerne CH-6203- Thụy Sĩ, điện thoại: 0041-41 469 9191; Fax: 0041 41 469 9243; Website: www.collano.com; Email: Collano@collano.ch; năm thành lập: 1947.

Sản phẩm: keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán nhạy áp; keo dán xử lý bức xạ, keo dán trên cơ sở cao su.

15. **Croda Canada Ltd.**, 78 Tisdale Ave., Toronto, ON M4A 1Y7 Canada, điện thoại: 416-751 3571; Fax: 416-751-9611; Website: www.croda.com; Email: sales@croda.com; năm thành lập: 1932.

Sản phẩm: keo dán nóng chảy- dễ phản ứng; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo, keo dán hỗn hợp; Keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở protein, keo dán trên cơ sở cao su; keo dán có nguồn gốc thực vật.

16. **Dana Lim A/S**, Kobenhavnsvej 220 4600 Koge Đan Mạch.
17. **Dexter International**: Adhesive & Coating Systems, Via delle Industrie, 22, 31020 San Zenone degli Ezzelini, Treviso Italia; điện thoại: 39-0423-968321; Fax: 39-0423-968177; Website: www.dexteraero.com; Email: Jpastega@dexter.it.
Sản phẩm: Xyanoacrylat, keo dán màng, keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.
18. **DUOCHEM, Inc.**, 1250 Graham Bell, Boucherville, Que. J4B 6H5 CN; điện thoại: 514-655 6421; Fax: 514-6414 701; năm thành lập 1976.
Sản phẩm: keo dán hỗn hợp; keo dán trên cơ sở protein; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần; keo dán có nguồn gốc thực vật.
19. **Dural, Div. Of Multibond, Inc.**, 550 Marshall Ave., Dorval, Que. H9P 1C9 CN; điện thoại: 514 636-6230; Fax: 514 631-7737; năm thành lập: 1950.
Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán hai thành phần.
20. **Evode Ltd.**, đường Common, Stafford ST16 3EH – Anh; điện thoại: 01785 257755; Fax: 01785 258458; thành lập năm: 1932.
Sản phẩm: keo dán tiếp xúc; các chất hàn gắn mềm dẻo; keo dán màng; keo dán nóng chảy-dễ phản ứng; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; hỗn hợp; hỗn hợp đặc biệt; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; băng dính nhiều chức năng; các loại băng dính; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần.
21. **Florex Co. Ltd.**, Intex Bldg., 2-25-1, Nishi Gotanda, Shinagawa-Ku, Tokyo 141 – Nhật Bản; điện thoại: 03/3495-0991; Fax: 03/3495-0993, năm thành lập: 1981.
Sản phẩm: xyanoacrylat.
22. **H.B. Fuller Canada Inc.**, 880 đường Rangeview, Mississauga, Ont L5E 1G9 CN, điện thoại: 514 655-1360; Fax: 514 655-6380; năm thành lập: 1887.
Sản phẩm: chất hàn gắn mềm dẻo; keo dán nóng chảy-nhiệt dẻo; keo dán trên cơ sở protein; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán hai thành phần; keo dán có nguồn gốc thực vật.

23. **H.B. Fuller Co.**, 26C đường Luchetti, Bayamon 961 PR – Caribbean Isl., điện thoại: 809 785-5973; Fax: 809 740-0640, năm thành lập: 1966.
Sản phẩm: chất hàn gắn mềm dẻo, keo dán nóng chảy- dễ phản ứng; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán có nguồn gốc thực vật.
24. **Goodyear Canada, Inc.**, 450 Kipling Ave., Etobicoke, Ont. M8Z 5E1 CN, điện thoại: 416 201-4300, năm thành lập: 1910.
Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su.
25. **Grace N V**, 7 Nijverheidsstraat 2260 Westerlo – Bỉ.
26. **Halltech Inc.**, 465 Coronation Dr., West Hill, Ont. M1E 2K2 CN, điện thoại: 416 284-6111; Fax: 416 284-6932; Email: phyllis@halltechinc.com, thành lập năm 1981.
Sản phẩm: keo dán tiếp xúc, keo dán nhạy áp, keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo.
27. **Halton Chemical Inc.**, 840 Appleby Line, Burlington, Ont. L7L 2Y7 CN, điện thoại: 905 637-3613; Fax: 905 637-8918; năm thành lập: 1963.
Sản phẩm: Keo dán tiếp xúc, hỗn hợp; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.
28. **Helmitin Inc.**, 99 đường Shorncliffe, Toronto, ON M8Z 5K7 Canada, điện thoại: 416 239-3105; Fax: 416 239-6487; Email: s.edward@helmitinadhesives.com; năm thành lập: 1959.
Sản phẩm: keo dán tiếp xúc, keo dán nóng chảy- dễ phản ứng; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.
29. **Holdtite Adhesives Ltd.**, đường Shadon, Portobello Indus'l Estate, Britley Co., Durham DH3 2RE – Anh; điện thoại: 0191-492 0499; Fax: 0191-410 6334, thành lập năm: 1934.
Sản phẩm: keo dán có nhiều đặc tính khác nhau.
30. **International Polymer Corp. Ltd.**, P.O. Box 7209, 31071 Haifa Israel; điện thoại: 972 457-6464; Fax: 972 457-6660; thành lập năm 1976.
Sản phẩm: Các chất hàn gắn mềm dẻo; hỗn hợp; keo dán nhạy áp; keo dán xử lý bức xạ; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.

31. **Jacobs & Thompson, Inc.**, 89 phố Kenhar, Weston, Ont. M9L 2R3 CN; điện thoại: 416 749-0600, 800 378-7431; Fax: 416 749-6618; Email: Foamparts@Jacobs-thompson.com; năm thành lập: 1955.
Sản phẩm: keo dán có nhiều đặc tính khác nhau; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; băng dính nhiều chức năng; kiểu băng dính.
32. **Kaida Stationery Company**, 130 đường Kaizxuan, Hangzhou 310016 – Trung Quốc; Email: .
33. **LePage's Ltd.**, 50 đường West, Brampton, Ont. L6T 2J4 CN; điện thoại: 905 459-1140, năm thành lập 1876.
Sản phẩm: Keo dán kị khí; keo dán tiếp xúc; xyanoacrylat; chất hàn gắn mềm dẻo; hỗn tạp; keo dán trên cơ sở protein; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần; keo dán có nguồn gốc thực vật.
34. **Loctite Puerto Rico, Inc.**, 9 Quilichini Ave., P.O. Box 669, Sabana Grande 637 PR – Caribbean Isl.; điện thoại: 809 873-6500; Fax: 809 873-2619; năm thành lập: 1974.
Sản phẩm: hỗn hợp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt rắn.
35. **Loxeal SRL**, Marconato 2, Cesano Maderno 20031 – Italia; điện thoại: 39-0362-551701; Fax: 39-0362-524225; Website: năm thành lập: 1987.
Sản phẩm: keo dán kị khí; xyanoacrylat; keo dán xử lý bức xạ; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.
36. **MACTac Canada, Ltd./Ltee.**, 100 đường Kennedy, South, Brampton, Ont. L6W 3E8 CN; điện thoại: 905 459-3100; Fax: 905 459-8078; năm thành lập: 1962.
Sản phẩm: các kiểu nhãn mác; keo dán có nhiều đặc tính khác nhau, băng dính có nhiều chức năng; các kiểu băng dính.
37. **Magri Autoadhesivi Magri Srl**, 7v Quatro Vie Mascarino 40050, Castelle di Stabia (BO) Italia.
38. **Malayan Adhesives, Jln utas Shah Alam Industrial Estate**, PO Box 86 Section 16 40700 Malaysia.
39. **Mameco of Canada, Ltd.**, 1557 phố Sedlescomb, Mississauga, Ont. L4X 1M4 CN; điện thoại: 905 624-2410; Fax: 905 238-8711, thành lập năm: 1955.
Sản phẩm: các chất hàn gắn mềm dẻo.

40. **Malufai Autoadesivi Spa**, 42 vl Europa, Cologno Monzese (MI) 32405 Italia.

41. **Monsey Bakor Inc.**, 10 Gauron Blvd., phố Ville, Pierre, Que. H8R 1N7 CN; điện thoại: 514 364-5224; Fax: 514 363-0754, năm thành lập: 1980.

Sản phẩm: chất hàn gắn mềm dẻo; keo dán màng; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; hỗn hợp; keo dán có nhiều đặc tính khác nhau; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần.

42. **Nacan Products, Ltd.**, 60 phố West, Brampton, Ont. L6T 4W7 CN; điện thoại: 905 454-4466; Fax: 905 454-5207. Năm thành lập: 1921.

Sản phẩm: keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; các keo dán trên cơ sở protein; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán rắn nhiệt; keo dán 2 thành phần; keo dán có nguồn gốc thực vật.

43. **National Casein (Canada) Inc.**, 450 phố Tapscott, Unit 4, Scarborough, Ont. M1B 1Y4 Canada; điện thoại: 416 298-6888; Fax: 416 298-5654.

Sản phẩm: keo dán tiếp xúc; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở protein; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán trên cơ sở thực vật.

44. **Ningbo Soken Chemicals Co. Ltd.**, Xiaoshi Daxie Development Zone, Ningbo, Zhejiang Trung Quốc; Email: nbzysxs@pub.nb.zjpta.net.cn.

45. **Nitto Denko Co.**, 3rd Fl Mori Bldg 31 5-7-2, Kojimachi Chiyoda-ku, Tokyo 102 - Nhật.

46. **Orgavyl Chemical Industries Berhad**, 2 Lorong 1/ 137C Bedford Business Park, Batu 5 Jalan Kelang Lama, Kuala Lumpur 58200 Malaysia.

47. **PrandlingGMBH & Co. FR**, PF 14 60 31254 Lehrte Germany.

48. **Planatol Klebtechnik GMBH**, Fabrikstr 30 83101 Rohrdorf Germany.

49. **Polycol Ltd.**, Subsidiary of Halltech, Inc., 325 Hymus Blvd., Pointe Claire, Que. H9R 1G6 CN; điện thoại: 514 694-2170, 514 353-6810; Fax: 514 694-3218. Thành lập năm 1965.

Sản phẩm: keo dán tiếp xúc; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán 2 thành phần; keo dán trên cơ sở thực vật.

50. **Polymer Muanyag Feldolgozo Szovetkezet**, SaLetrom U 41085 Budapest Hungary.
51. **Productos De Consumo Resistol**, S.A. De C.V., Thiers No. 248, Mexico, DF 11598 Mexico; điện thoại: 52 5 727-99-88; Fax: 52 5 7269988, Ext. 3103; Website: 148-294.2.5/girsa.web/; Email: eromeromail.girsa.com.mx; năm thành lập: 1955.
Sản phẩm: keo dán tiếp xúc; keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; hỗn hợp; keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.
52. **PT. Haqrma Sumber Utama**, Jl Krendang Tengah NO 65-66, Jakarta Barat Indonesia.
53. **PT. Lemindo Abadi Jaya**, Jl Gajah Mada 3-5 Duta, erlin Blok E-12, Jakarta 10130, Indonesia.
54. **PT. Mikatasa Agung**, Jl Rungkut Industri II/2, Surabaya Indonesia.
55. **PT. Putera Sumindo Perkasa**, Jln Batuceper No 87A, Jakarta 10120 Indonesia.
56. **Renfrew Tape Ltd.**, 609 Barnet Blvd., Renfrew, Ont. K7V 3Z4 CN; điện thoại: 613 432-8545; Fax: 613 432-9434; năm thành lập: 1950.
Sản phẩm: keo dán nhạy áp; keo dán trên cơ sở cao su; băng dính nhiều chức năng; các loại băng dính khác nhau.
57. **Roberts Co., Canada, Ltd.**, 2070 Steelles Ave., Bramalea, Ont. L6T 1A7 CN; điện thoại: 416 791-4444; Fax: 461 791-1998; năm thành lập: 1956.
Sản phẩm: chất hàn gắn mềm dẻo, keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán trên cơ sở cao su; băng dính nhiều chức năng; băng dính nhiều dạng, keo dán nhiệt dẻo; keo dán 2 thành phần.
58. **Rubans De Normandie**, 89 Ave Maurice Thorez 94200 Ivry Sur Seine – Pháp; Email: rubansdenormandie@hol.fr.
59. **Saba**, 18av Dutartre 78150 Le Chesney - Pháp.
60. **St. Lawrence Resin Products**, 350 phố Wentworth, North, Hamiton, Ont. L8L 5W3 CN; điện thoại: 905 527-3458; Fax: 905 527-7336; năm thành lập: 1989.
61. **Savere I C SRI**, 7v Polidoro Caravaggio, Milano 20156 Italia.
62. **Schwartz Chemical of Canada, Ltd.**, 777 đường Mackay, P.O. Box L1W-3A3, Pickering, Ont. L1W3A3 CN; điện thoại: 905 683-0411; Fax: 905 428-2057; năm thành lập: 1969.

Sản phẩm: các chất hàn gắn mềm dẻo; hỗn hợp; keo dán trên cơ sở protein, keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn.

63. **Shanghai & Taiwan Joint Donghe Adhesive Co. Ltd.**, 318 đường Caoxing, thành phố Coaxing, quận Míhàng Shanghai – Trung Quốc; Website: <http://www.china-collection.com/shanghai/donghe/index.htm>; Email: chinacol@public1.sta.net.cn.

64. **Sluyter Company Ltd.**, 375 đường Steelcase, East, Markham, Ont. L3R 1G3 CN; điện thoại: 905 475-6011; Fax: 905 475-3119, thành lập năm 1960.

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo, keo dán hai thành phần.

65. **Swift Adhesives, Div. Of Reichhold Ltd.**, CN, 1919 Wilson Ave., Bldg. #1, Weston, Ont. M9m 1D1 CN; điện thoại: 416 742-0982; Fax: 416 742-1339. Thành lập năm 1945.

Sản phẩm: keo dán nóng chảy- nhiệt dẻo; keo dán trên cơ sở protein; keo dán nhiệt dẻo; keo dán nhiệt rắn; keo dán trên cơ sở thực vật.

66. **3M Canada Company**, 1840 đường Oxford, East, P.O. Box 5757, London, ON N6A 4T1 Canada, điện thoại: 519 451-2500; Fax: 519 452-6262; Website: www.mmm.com/canada. Thành lập năm 1951.

67. **U.S.E. Hickson Products Ltd.**, 15 đường Wallsend, Scarborough, Ont. M1E 3X6 CN, điện thoại: 416 724-2000; Fax: 416 724-6818.

Sản phẩm: các chất hàn gắn mềm dẻo; hỗn hợp; keo dán trên cơ sở cao su; keo dán nhiệt dẻo.

68. **F.E. Woodward & Sons, Ltd.**, 52 Bramwin Chủ trì., Brampton, Ont. L6T 5G2 CN, điện thoại: 905 799-3005; Fax: 905 799-3992; thành lập năm: 1915.

B. Top 100 công ty sản xuất keo dán hàng đầu ở Mĩ

1. **Henkel Co.** (gồm Henkel Adhesives, Loctite và Manco), Điện thoại: 610-270-1800; Fax: 1-610-270-8104; Web site: ,

Sản phẩm: keo dán: kị khí, tiếp xúc, xyanoacrylat, epoxy, nóng chảy, lớp mỏng, phản ứng lại, nhạy áp, cơ sở protein, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, các chất gắn kết, silicon, urethan, băng dính, hai polyme, thực phẩm.

Thị trường ứng dụng: máy móc tự động, giấy dán tường, trần nhà, ống, gỗ và đồ gia dụng, thiết bị sản xuất, ống PVC, bảo vệ sàn, bao

gói, nhãn, đồ may mặc, thuốc lá, gắn gáy sách, các đồ không bị nhàu, da, đế giày, công nghiệp điện, y tế, xây dựng và dán các loại giấy.

2. **Trung tâm 3M St.**, Điện thoại: 1-800-362-3550; Fax: 1-800-447-2053; Web site:

Sản phẩm: tiếp xúc, xyanoacrylat, màng, nóng chảy, nhạy áp, trên cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, các chất gắn kết, băng dính.

Thị trường ứng dụng: trong công nghiệp, giao thông, điện, hàng không.

3. **Avery Dennison Co.**, Điện thoại: 1-626-304-2000; Fax: 1-626-792-7312; Web site:

Sản phẩm: nhạy áp, băng dính, nhãn mác.

Thị trường ứng dụng: các sản phẩm văn phòng, bao gói, ảnh mỹ thuật, công nghiệp tự động/ giao thông, bảo vệ sức khỏe, các chi tiết, các dữ liệu quá trình, công nghiệp/ xảy ra tốt, thực phẩm.

4. **H.B. Fuller Co.**, Điện thoại: 1-651-236-3000; Fax: 1-651-263-3128; Web site:

Sản phẩm: Các loại keo dán như: tiếp xúc, màng, nóng chảy, hoạt động, nhạy áp, cơ sở protein, lưu hoá bức xạ, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, hai polyme, chất gắn kết.

Thị trường ứng dụng: Sự lọc, các đồ không bị nhàu, gỗ xẻ, bao gói, gỗ, tự động, thiết bị, hàng không, đế giày, ảnh mỹ thuật.

5. **National Starch and Chemical Co.**, Điện thoại: 1-609-409-5600; Fax: 1-609-409-5699; Web site:

Sản phẩm: Các loại keo dán như: kị khí, tiếp xúc, xyanoacrylat, màng, nóng chảy, nhạy áp, cơ sở protein, dẫn nhiệt, dẫn điện, bức xạ UV, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn.

Thị trường ứng dụng: điện, máy móc tự động, công nghiệp, gỗ, thực phẩm, y tế, gỗ xẻ, vệ sinh, bao gói, đế giày, lốp xe, liên kết sách và xây dựng.

6. **Elf Atochem North America**, Điện thoại: 1-215-419-7000; Fax: 1-215-419-7591; Web site:

Sản phẩm: Các loại keo dán như: màng, nóng chảy, nhạy áp, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn.

Thị trường ứng dụng: đồ dùng 1 lần, băng dính và nhãn mác, bao gói mềm dẻo, bao gói cứng, gỗ, xây dựng, công nghiệp dệt và dệt.

7. **Rohm and Haas Co.**, Điện thoại: 1-215-592-3000; Fax: 1-215-592-3377

Sản phẩm: Các loại keo dán như: acrylic, urethan, polyeste, bức xạ UV.

Thị trường ứng dụng: bao gói, mỹ thuật, băng dính và nhãn mác, lớp mỏng, xây dựng, công nghiệp giải trí.

8. **Tesa Tape Inc.**, Điện thoại: 1-704-554-0707; Fax: 1-704-553-5636, Web site:

Sản phẩm: keo dính

Thị trường ứng dụng: Máy bay, đồ trang trí và ngành dệt, công nghiệp tự động, xây dựng và gỗ, điện, điện tử, các sản phẩm chế tạo từ kim loại, thực phẩm và dược phẩm, ngành in và xuất bản, nhựa, giao thông, giấy in.

9. **Dow Corning Co.**: Điện thoại: 1-517-496-6000; Fax: 1-330-225-8743;

Sản phẩm: nhạy áp, cơ sở cao su, nhiệt rắn, các chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: Máy bay, xây dựng và gỗ, điện, y tế/ răng, ngành in và xuất bản, nhựa, giao thông, hồ giấy.

10. **RPM, Inc.** (gồm Tremco và DAP): Điện thoại: 1-330-273-5090; Fax: 1-330-225-8743; Web site:

Sản phẩm: hỗn hợp keo dán và chất hàn gắn, tiếp xúc, cơ sở cao su, nhựa rắn nhiệt, nhiệt rắn, polyme kép, thực vật.

Thị trường ứng dụng: công nghiệp, vật dụng tự sửa chữa.

11. **Three Bond International Inc.**, Điện thoại: 1-513-779-7300; Fax: 1-513-779-7375

Sản phẩm: keo dán kỹ khí, xyanoacrylat, màng, bức xạ UV, cơ sở cao su, các chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: tự động, điện, công nghiệp trang trí.

12. **Bostik Inc.**, Điện thoại: 1-978-777-0100; Fax: 1-978-750-7319; Web site:

Sản phẩm: keo dán nóng chảy, keo dán trên cơ sở nước, keo dán trên cơ sở dung môi, keo dán hoạt động, các chất hàn gắn, vữa và vữa lỏng.

Thị trường ứng dụng: xây dựng, công nghiệp, tự động, hàng hoá.

13. **GE Silicones**, Điện thoại: 1-800-255-8886; Fax: 1-518-233-2642; Web site:

Sản phẩm: keo dán nhạy áp, cơ sở cao su, các chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: máy bay, công nghiệp dệt, xây dựng và gỗ, điện, điện tử, chế tạo kim loại, đồ gia dụng, da, bao gói, kim loại tiền chế, in và xuất bản, cao su và nhựa, giao thông.

14. **Illinois Tool Works (ITW)** (gồm ITW Plexus, ITW Devcon và TACC International), Điện thoại: 1-847-724-7500; Fax: 1-847-657-4261; Web site: . .

Sản phẩm: các loại keo dán urethan, epoxy, acrylic, kị khí, tiếp xúc, xyanoacrylat, rắn nhiệt, polyme kép, chất hàn gắn, nhạy áp, nhựa nhiệt dẻo, cơ sở cao su.

Thị trường ứng dụng: công nghiệp, xây dựng, giao thông, tự động hoá, HVAC, đồ gỗ.

15. **Sika Corp.**, Điện thoại: 1-201-933-8800; Fax: 1-201-933-6225; Web site:

Sản phẩm: vữa nhựa epoxy, hệ thống kết nối hiệu quả cao, chất gắn kết trong xây dựng, chất gắn kết DOT, kết cấu đa năng.

Thị trường ứng dụng: Xây dựng

16. **FLEXcon**, Điện thoại: 1-508-885-8200, Fax: 1-508-885-8400; Web-site:

Sản phẩm: Màng, keo dán nhạy áp, băng dính, keo dán UV, chất đặc biệt.

Thị trường ứng dụng: đồ thị, hoá chất công nghiệp, dược, in, thực phẩm, ủ bia,

17. **Tyco Adhesives**; Điện thoại: 1-781-440-6200; Fax: 1-800-328-4822;

Sản phẩm: keo dán nhạy áp

Thị trường ứng dụng: Máy bay, xây dựng, y học, in, điện tử, ô tô, năng lượng, bán lẻ, OEM

18. **Reichhold**; Điện thoại: 1-800-431-1920; Fax: 1-919-990-7711; Web site:

Sản phẩm: nóng chảy, nhựa nhiệt dẻo, keo dán hoạt động, nhạy áp, keo dán UV, keo rắn nhiệt

Thị trường ứng dụng: bao gói, lắp ráp máy móc, tự động, dệt, mỹ thuật, đồ da.

19. **W.R. Grace**; Điện thoại: 1-561-362-2000; Fax: 1-561-362-2193; Web site:

Sản phẩm: bức xạ UV, cơ sở cao su, rắn nhiệt, polyme kép

Thị trường ứng dụng: xây dựng thương mại và dân dụng, hàng không, cấu trúc vũng tàu và biển, cầu.

20. **Essex Specialty Products Inc., a subsidiary of Dow Chemical**

Co., Điện thoại: 1-248-391-6300; Fax: 1-248-391-6417

Sản phẩm: nóng chảy, nhựa nhiệt dẻo, cơ sở cao su, rắn nhiệt, polyme kép.

Thị trường ứng dụng: tự động, giao thông

21. **Sovereign Specialty Chemicals, Inc.;** Điện thoại: 1-312-419-7100; Fax: 1-312-419-7151

Sản phẩm: tiếp xúc, nóng chảy, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, rắn nhiệt, polyme kép, lưu hoá UV

Thị trường ứng dụng: đóng gói mềm dẻo, in phủ, xây dựng, tự động, máy bay, công nghiệp chung.

22. **Interape Polymer Group Inc.;** Điện thoại: 1-514-731-0731; Fax: 1-514-731-5477

Sản phẩm: nhạy áp, nóng chảy, acrylic, cơ sở cao su, băng dính

Thị trường ứng dụng: bao gói, nhãn mác, tự động, sơn, tiêu dùng và ứng dụng đặc biệt.

23. **Ashland Specialty Chemical Co.;** Điện thoại: 1-614-790-3333; Fax: 1-614-790-3206; Web site:

Sản phẩm: cơ sở acrylic, nhạy áp, urethan, nhũ tương xyanoacrylat, chất dẫn hồi, băng dính, khối copolyme, nóng chảy, epoxy, dung dịch phenolic trên cơ sở nước hay ancol, phenolic biến tính, các màng, nhiệt dẻo.

Thị trường ứng dụng: Băng dính, nhãn, sản xuất lắp ráp, tự động, hàng không và máy bay, xây dựng, bao gói, điện tử.

24. **Elmers Products, Inc.;** Điện thoại: 1-614-225-4000; Fax: 1-614-225-3476

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở protein, nhiệt dẻo, nhiệt rắn

Thị trường ứng dụng: trường học, tự sử dụng, các chi tiết

25. **Lord Co., Chemical Products Division;** Điện thoại: 1-814-868-3611; Fax: 1-814-864-3452; Web site:

Sản phẩm: Xyanoacrylat, bức xạ UV, keo dán trên cơ sở UV, nhiệt rắn

Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, chế tạo kim loại, dụng cụ, bao gói, giao thông.

26. **PRC-DeSoto International, a business unit of PPG Industries, Inc.;** Điện thoại: 1-818-240-2060; Fax: 1-814-868-3452.

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su, rắn nhiệt, polyme kép, các chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: máy bay, công nghiệp, các sản phẩm thủy tinh

27. **Franklin International**, Điện thoại: 1-614-443-0241; Fax: 1-614-445-1476; Web site:

Sản phẩm: PVAC, PVAC liên kết X, acrylic và vinyl acrylic (PSAs), matit cho xây dựng trên cơ sở dung môi, urethan, keo dán nóng chảy, keo dán PSAs lưu hoá UV.

Thị trường ứng dụng: Đồ gỗ mịn bóng, xây dựng, nhãn, tấm chắn bảo vệ, phủ giấy, xương nghiền, sợi thủy tinh.

28. **MACTac**; Điện thoại: 1-330-688-1111; Fax: 1-330-689-3970; Web site:

Sản phẩm: màng, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, cơ sở cao su, băng dính, nhãn mác.

Thị trường ứng dụng: y tế/ răng, bao gói, in và xuất bản, vẽ đồ thị, chế tạo, tự động, điện tử, ảnh, xây dựng.

29. **Permacel**; Điện thoại: 1-732-418-2400; Fax: 1-732-418-2739

Sản phẩm: băng dính, nhãn mác, tấm phủ

Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, bao gói, in và xuất bản, tự động, vinyl bảo vệ bề mặt.

30. **Wacker Silicones Co.**; Điện thoại: 1-517-264-8500; Fax: 1-517-264-8224; Web site:

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su, polyme kép

Thị trường ứng dụng: xây dựng, điện, điện tử, y tế, bao gói, cao su chất dẻo, giao thông.

31. **ADCO Products Inc., chi nhánh của ADCO Global Inc.**; Điện thoại: 1-517-764-0334; Fax: 1-517-764-2550

Sản phẩm: tiếp xúc, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, keo dán cơ sở cao su, nhiệt rắn, chất hàn gắn, băng dính, polyurethan, polyisobutylene

Thị trường ứng dụng: mái che, kính chắn gió, cửa sổ, OEM tự động, xe tải và xe kéo, xây dựng.

32. **ChemRex Inc.**; Điện thoại: 1-612-496-6000; Fax: 1-612-496-6062; Web site:

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su, chất hàn gắn

Thị trường ứng dụng: xây dựng, OEM, phủ sàn, giao thông

33. **Croda Adhesives-America**; Điện thoại: 1-630-773-1400; Fax: 1-630-773-2950

Sản phẩm: keo dán nóng chảy, nhiệt dẻo, keo nhạy áp, cơ sở protein, cơ sở cao su, thực vật.

Thị trường ứng dụng: in và xuất bản, bao gói và phủ màng, bao gói mềm dẻo.

34. **Dexter Co.;** Điện thoại: 1-800-767-8786; Fax: 1-603-474-7620; Web site:

Sản phẩm: Xyanoacrylat, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, polyme kép

Thị trường ứng dụng: hàng hải, máy bay, giao thông, các sản phẩm kỹ thuật.

35. **DuPont Co.;** Điện thoại: 1-302-774-1000; Fax: 1-302-774-7321; Web site:

Sản phẩm: màng PVA và nhựa, nhựa EVA

Thị trường ứng dụng: tự động, điện tử, kim loại, dệt, giấy, xây dựng

36. **General Latex & Chemical Co.;** Điện thoại: 1-617-576-8000; Fax: 1-978-663-3488

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su và dẻo nhiệt

Thị trường ứng dụng: tự động, bao gói, giao thông

37. **Georgia-Pacific Co.;** Điện thoại: 1-404-652-4000; Fax: 1-404-584-1470

Sản phẩm: keo dán nóng chảy, rắn nhiệt

Thị trường ứng dụng: bao gói, gỗ.

38. **The Gibson-Homans Co.;** Điện thoại: 1-330-425-3255; Fax: 1-330-425-2546

Sản phẩm: keo dán nhạy áp, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, keo dán, chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: xây dựng.

39. **Installation Products Division of Armstrong World Industries, Inc.;** Điện thoại: 1-717-397-0611; Fax: 1-717-396-4265

Sản phẩm: tiếp xúc, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, nhiệt rắn, polyme kép, các sản phẩm đặc biệt, cơ sở latex, cơ sở cao su.

Thị trường ứng dụng: Phù sần.

40. **IPS Co.;** Điện thoại: 1-310-898-3300; Fax: 1-310-898-3392

Sản phẩm: keo dán tiếp xúc, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, các chất hàn gắn, chất gắn kết dung môi.

Thị trường ứng dụng: máy bay, xây dựng và gỗ, điện, điện tử, đồ gia dụng, bao gói, cao su chất dẻo.

41. **Macklanburg-Duncan;** Điện thoại: 1-800-654-0007; Fax: 1-405-557-3568.

Sản phẩm: keo dán trên cơ sở cao su, polyurethan, các chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: phủ sàn, xây dựng dân dụng.

42. **Mapei Co.;** Điện thoại: 1-954-485-8755; Fax: 1-405-557-3568.

Sản phẩm: nhiệt rắn, keo dán trên cơ sở acrylic, cơ sở latex, epoxy, polyurethan, nhạy áp, vật dẫn, sản phẩm đặc biệt.

Thị trường ứng dụng: đá, phủ sàn, đá xeramic.

43. **Neste Resin Co.;** Điện thoại: 1-541-687-8840; Fax: 1-541-345-5975

Sản phẩm: nhiệt rắn

Thị trường ứng dụng: xây dựng và gỗ

44. **Para-Chem;** Điện thoại: 1-864-967-7691; Fax: 1-864-963-1241

Sản phẩm: keo dán SBR trên cơ sở latex, acrylic trên cơ sở latex, các sản phẩm lót sàn.

Thị trường ứng dụng: phủ sàn

45. **Plymouth Rubber Co. Inc.;** Điện thoại: 1-781-828-0220; Fax: 1-781-828-6041

Sản phẩm: băng dính, tấm chắn, hỗn hợp đặc biệt

Thị trường ứng dụng: xây dựng và gỗ, điện, điện tử, cao su nhựa, giao thông, tự động, viễn thông, vật dùng được, OEM.

46. **Shurtape Technologies;** Điện thoại: 1-828-322-2700; Fax: 1-828-322-5583

Sản phẩm: băng dính

Thị trường ứng dụng: các sản phẩm xây dựng, bao gói, sơn, các ứng dụng.

47. **TruSeal Technologies;** Điện thoại: 1-216-910-1500; Fax: 1-216-910-1505; Web site:

Sản phẩm: các chất hàn gắn

Thị trường ứng dụng: các vật liệu cách điện dùng làm cửa sổ và cửa ra vào, áp dụng trong tủ lạnh, các khoang trong tủ lạnh, giao thông.

48. **Worthen Industries Inc.;** Điện thoại: 1-603-888-5443; Fax: 1-603-888-7945; Web site:
Sản phẩm: keo dán tiếp xúc, màng, nóng chảy, nhạy áp, cơ sở protein, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, pòlyme kép, băng dính, lớp mỏng
Thị trường ứng dụng: đế giày, màng mỏng, thực phẩm, y tế, mỹ thuật, bảo vệ sức khỏe, sàn, cấu trúc xây dựng, bao gói, chế tạo bột, tự động, kẹp, các thị trường đặc biệt.
49. **Adchem Industries;** Điện thoại: 1-516-333-3843; Fax: 1-615-334-5868.
Sản phẩm: nóng chảy, keo dán cấu trúc, chất hàn gắn.
Thị trường ứng dụng: tự động, giao thông, xe chuyên chở, đồ gỗ, bao gói, điện tử, xây dựng.
50. **Adhesives Research Inc.;** Điện thoại: 1-717-235-7979; Fax: 1-717-235-8320.
Sản phẩm: keo dán nhạy áp, cơ sở cao su, acrylic, silicon, nóng chảy, hàn gắn nhiệt, phenolic, EVAs.
Thị trường ứng dụng: công nghiệp, ghép nối, y tế.
51. **Aldan Rubber Co.;** Điện thoại: 1-215-739-6500; Fax: 1-215-426-1750.
Sản phẩm: keo dán nhiệt dẻo.
Thị trường ứng dụng: máy bay, quần áo và dệt, cao su nhựa.
52. **Bemis Associates Inc.;** Điện thoại: 1-978-425-6761; Fax: 1-978-425-2278.
Sản phẩm: màng, nóng chảy, nhiệt dẻo.
Thị trường ứng dụng: đồ may mặc, giao thông, tự động.
53. **Brady USA, Coated Products Division;** Điện thoại: 1-414-358-6600; Fax: 1-414-228-5998.
Sản phẩm: màng, nhạy áp, băng dính, nhãn, các hỗn hợp đặc biệt.
Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, y tế/ răng, in và bao gói, giao thông.
54. **Ciba Specialty Chemicals Co.;** Điện thoại: 1-517-351-5900; Fax: 1-517-324-9003.
Sản phẩm: keo dán nóng chảy, keo dán hoạt động, keo dán lưu hoá UV, nhiệt rắn, pòlyme kép.
Thị trường ứng dụng: máy bay, OEM công nghiệp, bao gói, giao thông, chế tạo các sản phẩm kim loại, điện, linh kiện điện tử, dụng cụ quang học, xây dựng, MRO.

55. **Conap Inc.;** Điện thoại: 1-716-372-9650; Fax: 1-716-372-1594.
Sản phẩm: công nghiệp, giấy lọc, epoxy, lớp phủ y sinh.
Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, máy móc, cao su nhựa, bao gói.
56. **EMS-American Grilon Inc.;** Điện thoại: 1-803-481-6190; Fax: 1-803-481-6129.
Sản phẩm: keo dán nóng chảy, nhiệt dẻo, cao su nấu chảy.
Thị trường ứng dụng: lót quần áo, giao thông, máy giấy vải, công nghiệp/ đồ tiêu dùng.
57. **Euclid Chemical Co.;** Điện thoại: 1-216-531-9222; Fax: 1-216-531-9596.
Sản phẩm: nhiệt dẻo, nhiệt rắn, keo dán hỗn hợp.
Thị trường ứng dụng: bê tông.
58. **Fralock Division of Lockwood Industries Inc.;** Điện thoại: 1-818-709-1288; Fax: 1-818-709-1738.
Sản phẩm: kỹ khí, tiếp xúc, xyanoacrylat, màng, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, lưu hoá UV, nhiệt rắn, băng dính, nhãn mác.
Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, dụng cụ, y tế/ răng, cao su nhựa, giao thông, OEM.
59. **Furon Co.;** Điện thoại: 1-949-831-5350; Fax: 1-949-363-6275.
Sản phẩm: màng, nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, nhiệt rắn, băng dính, nhãn mác, tấm ngăn, các hỗn hợp đặc biệt.
Thị trường ứng dụng: bao gói.
60. **Imperial Adhesives Inc.;** Điện thoại: 1-513-351-1300; Fax: 1-513-351-1994.
Sản phẩm: tiếp xúc, nhiệt dẻo, nóng chảy, hoạt động, nhạy áp, nhiệt dẻo.
Thị trường ứng dụng: đồ gia dụng, xây dựng, đế giày, đóng gói, giao thông.
61. **LePage's Inc.;** Điện thoại: 1-412-967-0250; Fax: 1-216-344-7365.
Sản phẩm: Xyanoacrylat, màng, băng dính.
Thị trường ứng dụng: văn phòng phẩm.
62. **Macco;** Điện thoại: 1-216-344-7371; Fax: 1-216-344-7365.
Sản phẩm: các keo dán tiếp xúc và cơ sở cao su, các chất hàn gắn mềm dẻo.

Thị trường ứng dụng: xây dựng, đồ dùng gia đình.

62. **Magnum Products Inc.;** Điện thoại: 1-913-888-0882; Fax: 1-913-888-5167.

Sản phẩm: băng dính.

Thị trường ứng dụng: xây dựng.

63. **National Casein Co.;** Điện thoại: 1-773-846-7300; Fax: 1-773-487-5709.

Sản phẩm: Nóng chảy, keo dán tiếp xúc trên cơ sở nước, ép màng, resorxinol, urethan, lớp mỏng, keo bột, PVA lắp ráp, nhựa ure, vecni/ nhựa.

Thị trường ứng dụng: bao gói/ giấy, lắp ráp, chế tạo cửa và cửa sổ, đồ gỗ.

64. **NuSil Technology;** Điện thoại: 1-805-684-8780; Fax: 1-805-684-2365.

Sản phẩm: keo dán nhạy áp, cơ sở cao su, nhiệt rắn, các chất hàn gắn mềm dẻo.

Thị trường ứng dụng: y tế, máy bay.

65. **Pacer Technology;** Điện thoại: 1-909-987-0550; Fax: 1-909-987-0490.

Sản phẩm: Xyanoacrylat, nhạy áp, lưu hoá UV, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, chất hàn gắn mềm dẻo.

Thị trường ứng dụng: máy bay, tự động/ thị trường thương mại, xây dựng và gỗ, điện, đồ gia dụng, dụng cụ, y tế/ răng, bao gói.

66. **Pecora Co.;** Điện thoại: 1-215-723-6051; Fax: 1-215-721-0286.

Sản phẩm: chất hàn gắn.

Thị trường ứng dụng: cấu trúc thương mại, sản xuất cửa sổ và cửa.

67. **Red Devil Inc.**

Sản phẩm: tiếp xúc, xyanoacrylat, cơ sở cao su, nhiệt dẻo.

Thị trường ứng dụng: vũ khí.

68. **Roberts Consolidated Industries, Inc.;** Điện thoại: 1-626-369-7311; Fax: 1-626-369-7318.

Sản phẩm: nóng chảy, nhiệt dẻo, cơ sở cao su, polyme kép. Các chất hàn gắn mềm dẻo, băng dính, nhãn mác.

Thị trường ứng dụng: xây dựng.

69. **Roman Adhesives Inc.;** Điện thoại: 1-708-891-0770; Fax: 1-708-891-4746.

Sản phẩm: nhiệt dẻo, thực vật.

Thị trường ứng dụng: các sản phẩm chất nỏ và sản phẩm đặc biệt.

70. **Scapa Tapes North America;** Điện thoại: 1-860-688-8000; Fax: 1-860-688-7000.

Sản phẩm: màng, nhạy áp, băng dính.

Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, thiết bị, đồ gia dụng và hỗn hợp, bao gói.

71. **Seton Name Plate Co.;** Điện thoại: 1-800-243-6624; Fax: 1-800-345-7819.

Sản phẩm: băng dính, nhãn mác, tấm ngăn, các hỗn hợp đặc biệt .

Thị trường ứng dụng: xây dựng và đồ gỗ, điện, điện tử, đồ gia dụng và hỗn hợp, các sản phẩm da, ngành in và xuất bản, giao thông.

72. **Solutia Inc.;** Điện thoại: 1-314-694-1000; Fax: 1-314-694-4128.

Sản phẩm: nhạy áp, nhiệt dẻo.

Thị trường ứng dụng: y tế/ răng, bao gói, in và xuất bản, giao thông.

73. **Thermoset Plastics Inc.;** Điện thoại: 1-317-259-4161; Fax: 1-317-252-8417.

Sản phẩm: nhiệt dẻo.

Thị trường ứng dụng: tự động, vi điện tử, điện tử dân dụng.

74. **TimeMed Labeling Systems Inc.;** Điện thoại: 1-630-986-1800; Fax: 1-800-548-5357.

Sản phẩm: băng dính, nhãn mác, tấm chắn.

Thị trường ứng dụng: y tế.

75. **Topflight Co.;** Điện thoại: 1-717-227-5400; Fax: 1-717-227-1415; Web site:

Sản phẩm: băng dính, nhãn mác, tấm chắn, hỗn hợp đặc biệt .

Thị trường ứng dụng: máy bay, điện, điện tử, các sản phẩm chế tạo kim loại, dụng cụ, máy móc, y tế/ răng, bao gói, giao thông.

76. **United Gilsonite Laboratories;** Điện thoại: 1-570-344-1202; Fax: 1-570-969-7634.

Sản phẩm: keo dán tiếp xúc.

Thị trường ứng dụng: xây dựng và gỗ, đồ gia dụng.

77. **Venture Tape Co.;** Điện thoại: 1-781-331-5900; Fax: 1-781-871-0065; Web site:
Sản phẩm: băng dính.
Thị trường ứng dụng: xây dựng, cách nhiệt, thủy tinh và sự tráng men, điện tử, quang học, thủy tinh đổi màu.
78. **The Adhesive Products Inc.;** Điện thoại: 1-510-526-7616; Fax: 1-510-524-0573.
Sản phẩm: keo dán trên cơ sở protein, thực vật, nhựa tổng hợp trên cơ sở nước, nóng chảy, nhãn in nhạy áp, chất hàn gắn, băng dính.
Thị trường ứng dụng: máy bay, xây dựng và gỗ, đồ gia dụng và hỗn hợp, sản phẩm da, bao gói, in và xuất bản, cao su nhựa, đất, sét và thủy tinh.
79. **Adhesive Technologies Inc.;** Điện thoại: 1-603-926-1616; Fax: 1-603-926-1780; Web site:
Sản phẩm: nóng chảy, thiết bị dùng keo nóng chảy.
Thị trường ứng dụng: nghề thủ công/ cây cỏ, tự dán, công nghiệp nhẹ.
80. **American Biltrite Inc.;** Điện thoại: 1-781-237-6655; Fax: 1-781-237-6880
Sản phẩm: nhạy áp, cơ sở cao su, nhiệt rắn, polyme kép, băng dính, silicon, acrylic, màng.
Thị trường ứng dụng: đồ thị, tự động, kim loại, chất cách điện HVAC và cách nhiệt, nhựa, sơn tấm chắn, đánh dấu, điện, điện tử, giấy dếp, công nghiệp.
81. **BASIC Adhesives, Inc.;** Điện thoại: 1-718-497-5200; Fax: 1-718-366-1425
Sản phẩm: tiếp xúc, nhạy áp, nhiệt dẻo, thực vật, chất hàn gắn.
Thị trường ứng dụng: quần áo và dệt, xây dựng và gỗ, các sản phẩm da, y tế/ răng, bao gói, in và xuất bản.
82. **Cemedine U.S.A. Inc.;** Điện thoại: 1-414-764-9544; Fax: 1-414-764-9546
Sản phẩm: Cấu trúc, cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn, chất hàn gắn, băng dính (butyl).
Thị trường ứng dụng: tự động
83. **Coronado Labs, D.B.A. Lighthouse/ VIP Products;** Điện thoại: 1-904-428-8888; Fax: 1-904-423-5145.
Sản phẩm: các chất hàn gắn, kỹ nước, các hệ áp dụng trực tiếp.

Thị trường ứng dụng: sơn đá, OEM.

84. **Carlisle SynTec Inc.;** Điện thoại: 1-717-245-7000; Fax: 1-777-245-7143.

Sản phẩm: keo dán tiếp xúc neopren và butyl, urethan hai phần, băng dính 10% rắn, chất hàn gắn mềm dẻo, các tấm chắn nhiệt rắn và nhiệt dẻo, nhạy áp, hỗn hợp đặc biệt.

Thị trường ứng dụng: áp dụng trong các tấm phủ sàn đơn thương mại và công nghiệp.

85. **Dennis Chemical Co.;** Điện thoại: 1-314-771-1800; Fax: 1-314-771-8399

Sản phẩm: cơ sở cao su, nhiệt dẻo, nhiệt rắn.

Thị trường ứng dụng: xây dựng và gỗ, điện, điện tử, công nghiệp kim loại chủ yếu, các sản phẩm cao su và nhựa, đá, sét và thủy tinh.

86. **Elementis Performance Polymer;** Điện thoại: 1-973-751-3000; Fax: 1-973-751-8407.

Sản phẩm: các chất hàn gắn nhạy áp trung tính, cơ sở cao su, công thức epoxy, polyurethan.

Thị trường ứng dụng: tự động, thể thao, lắp ráp OEM, điện, điện tử, sản cao su.

87. **Foamseal Novagard;** Điện thoại: 1-216-881-8111; Fax: 1-216-881-5318

Sản phẩm: cơ sở cao su, chất hàn gắn, băng dính.

Thị trường ứng dụng: công nghiệp, tự động, lỗ cửa sổ, điện tử.

88. **Geocel Sealants;** Điện thoại: 1-219-264-0645; Fax: 1-219-266-6952.

Sản phẩm: các keo dán trên cơ sở cao su, chất hàn gắn, silicon, polyurethan, acrylic.

Thị trường ứng dụng: xây dựng, sản phẩm gỗ, giao thông.

89. **L.D. Davis Industries Inc.;** Điện thoại: 1-215-659-3345; Fax: 1-215-659-7644

Sản phẩm: Nóng chảy, nhiệt dẻo, nhạy áp, cơ sở protein, thực vật.

Thị trường ứng dụng: mỹ thuật, bao gói.

90. **Main Tape;** Điện thoại: 1-414-893-0544; Fax: 1-414-892-6219

Sản phẩm: băng dính, hỗn hợp đặc biệt.

Thị trường ứng dụng: đồ gia dụng, công nghiệp kim loại chủ yếu, sản phẩm cao su và nhựa, đá, sét và thủy tinh.

91. **MarChem Co.;** Điện thoại: 1-314-872-8700; Fax: 1-314-872-8750
Sản phẩm: nhiệt dẻo, nhiệt rắn, nóng chảy, nhạy áp, cơ sở cao su.
Thị trường ứng dụng: may mặc và dệt, xây dựng, bao gói, cao su nhựa, sét và thủy tinh, đá.
92. **Permuthane Business of Stahl USA;** Điện thoại: 1-978-531-1880; Fax: 1-978-532-9062
Sản phẩm: nhiệt dẻo, nhiệt rắn.
Thị trường ứng dụng: may mặc và dệt, tự động.
93. **RectorSeal;** Điện thoại: 1-713-263-8001; Fax: 1-713-263-7577
Sản phẩm: hàn gắn ống chỉ, chất kết dính dung môi, cơ sở nước.
Thị trường ứng dụng: hệ thống ống nước, công nghiệp.
94. **Rutland Plastics Technologies Inc.;** Điện thoại: 1-704-553-0046; Fax: 1-704-552-6598.
Sản phẩm: nóng chảy, nhiệt dẻo, nhiệt rắn.
Thị trường ứng dụng: tự động, dệt, công nghiệp.
95. **Schnee-Morehead Inc.;** Điện thoại: 1-800-878-7876; Fax: 1-972-554-3939.
Sản phẩm: băng dính butyl, chất hàn gắn nước và silicon (cả axetoxi và lưu hoá trung hoà), chất hàn gắn polyurethan, dung môi acrylic, chất hàn gắn acrylic/ urethan, chất hàn gắn, băng dính bột.
Thị trường ứng dụng: máy bay/ hàng không, kiến trúc, HVAC, công nghiệp, xác định nhà, sản xuất kim loại, lốp xe, giao thông, cửa sổ.
96. **Southern Grouts & Mortars Inc.;** Điện thoại: 1-945-943-2288; Fax: 1-954-943-2402.
Sản phẩm: matit, acrylic, hỗn hợp
Thị trường ứng dụng: xây dựng.
97. **Forbo;** Điện thoại: 1-011-868-2550
Sản phẩm: nóng chảy, sơn lót, ống nước, keo dán thảm, keo dán dung môi, keo dán PVC.
Thị trường ứng dụng: xây dựng, đế giày, đồ gỗ gia dụng, bao gói, D-I-Y.
98. **ITW Performance Polymers (gồm Devcon, Plexus, TACC, Foamseal and VersaChem);** Điện thoại: 1-978-777-1100; Fax: 1-978-774-5577
Sản phẩm: epoxy, acrylic, urethan và các keo dán tiếp xúc trên cơ sở nước, dung môi.

Thị trường ứng dụng: công nghiệp, xây dựng, cấu trúc, giao thông, tự động HVAC, đồ gỗ gia dụng, nhà, OEM.

99. **Dow Automotive (Gồm Gurit-Essex AG);** Điện thoại: 1-248-391-6300; Fax: 1-248-391-6417.

Sản phẩm: keo dán liên kết thủy tinh, các loại keo dán cấu trúc, các chất hàn gắn đồ vật.

Thị trường ứng dụng: tự động và thị trường giao thông.

C. Giới thiệu nghiên cứu thị trường

1. **Adhesive Information services:** P.O. Box 1123, Mishawaka IN 46546, Điện thoại: (219) 255-6749. Chỉ dẫn thông tin bao gồm các thông tin gốc có giá trị về nền công nghiệp keo dán. Bao hàm cả thư mục của sách.
2. **Adhesives Age.** Phố 110 William, 11th Floor, New York NY 10038. Điện thoại: (212) 621-4900. Chỉ dẫn các nhà cung cấp phát hành hàng năm, cộng với bảng danh sách có giới hạn các nhà sản xuất keo dán và chất hàn gắn.
3. **Adhesive and Sealants Industry.** P.O. Box, Flossmoor IL 60422, Điện thoại: (708) 922-0761. Chỉ dẫn người mua các loại vật liệu thô và thiết bị hàng năm.
4. **Alexander Watson associates.** Barford View, Churt, Surrey GU10 2NX UK, Điện thoại. +44 (0) 1428-717-666. Các loại nhãn mác tự dán và đồ họa ở Châu Âu hàng năm. Tạp chí: sự nhà, tạp chí Châu Âu hàng năm.
5. **American Council of independent laboratories:** 1629 K phố NW, Suite 400, Washington được 20006, điện thoại (202) 887-5872. Chỉ dẫn các phòng thí nghiệm.
6. **ASTM International.** 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken PA 19428-2959, điện thoại. (610) 832-9707. Xuất bản tạp chí *Annual Book of Standards*, uỷ ban về tiêu chuẩn đặc biệt cho từng mảng công nghiệp. Các xuất bản cũng chỉ dẫn về tư vấn và thử trong các phòng thí nghiệm.
7. **Business communications company,** số 25 phố Van Zant, Norwalk CT 06855, điện thoại. (203) 853-4266. Nghiên cứu một số vấn đề thay đổi lớn về thị trường gồm, keo dán, polyme.
8. **Business Trends analysts.** 2171 Jericho Turnpike, Commack NY 11725, điện thoại (516) 462-5454; Công nghiệp keo dán và chất hàn gắn, Cải tạo thị trường các loại bao gói mềm dẻo.
9. **Chemical Week.** 110 phố William, 11th Floor, New York, NY

- 10038, điện thoại. (212) 621-4802. Chỉ dẫn chung về ngành in, cung cấp kết quả đặc biệt trên tạp chí gồm nhà sản xuất, chỉ dẫn, cổ vấn về hoá học và trên Website.
10. **ChemQuest Group Inc.**, 8150 Corporate Park Drive, Suite 250, Cincinnati OH 45242, điện thoại. (513) 469-7555. Nghiên cứu thường xuyên cập nhật 6 tuyển tập về *The U.S Adhesive Industry*.
 11. **D.A.T.A. business Publishing**, 15 Inverness Way East, Englewood CO 80112, (303) 799-0381. Một số chỉ dẫn về màng công nghiệp và sản phẩm của các nhà sản xuất gồm keo dán, epoxy, màng, tấm ngăn và lớp mỏng, nhựa.
 12. **Datamonitor**, 1 Park Avenue, 14th Floor, New York NY 10016-5802, điện thoại. (212) 686-7400, keo dán và chất hàn gắn Mỹ.
 13. **Delphi Marketing Services Inc.** 400 phố East 89th, New York NY 10128, điện thoại. (212) 534-4868. Chỉ dẫn về các nhà sản xuất và mối hàng hoá chất.
 14. **DPNA International**, 126 Allendale Circle, Troutman NC 28166, điện thoại. (704) 528-3985, liên kết với **Chem research GmbH**, Hamburger Allee 26-28, D-60486, Frankfurt Đức, điện thoại +49 (069) 970-8410. Công nghiệp toàn cầu về keo dán và chất hàn gắn, thường xuyên cập nhật thị trường thương mại. Cũng nghiên cứu xuất bản đối với các thị trường đặc biệt.
 15. E.I. Dupont De Memours and Company. P.O. Box 80010, Wilmington DE 19880-0010, (800) 441-7111. *Delphi Forecast of the Future of the Adhesives Industry*, xuất bản bởi G.M. Estes.
 16. Economist Intelligence Unit, 215 Park Avenue South, New York NY 10003, điện thoại. (212) 460-0600. Nghiên cứu thị trường bao gói rắn và mềm dẻo.
 17. eurotrends Research, 16 Lyonsdown Avenue, New Barnet, Herts EN5 1DU UK, Điện thoại. +44 (020) 8440-4919. Các loại keo dán trong công nghiệp ô tô ở Đông Âu.
 18. FMJ international Publications LTD, Queensway House, 2 Queensway, Redhill, Surrey RH1 1QS UK, điện thoại. +44 (0) 1737 768611, niên giám của Châu Âu về keo dán và chất hàn gắn.
 19. Freedonia Group, 3570 Warrensville Center Road, Suite 201, Cleveland OH 44122-5226, điện thoại. (216) 921-6800. Nghiên cứu thị trường thay đổi rộng bao gồm keo dán, băng dính, các polyme, các loại nhựa, epoxy, keo dán nóng chảy, nhân mốc, silicon, xấp và sự lựa chọn các vật liệu thô có nguồn gốc tự nhiên cũng như tổng hợp, cộng với những nhà sử dụng.
 20. Frost and Sullivan international, 7550 West Interstate 10, Suite 910,

- San Antomo TX 78229-5616, điện thoại. (210) 348-1000, hoặc toà nhà Sullivan, 4, Grosvenor Gardens, London SW1W 0DH UK. Nghiên cứu thị trường thay đổi rộng bao gồm keo dán, băng dính, các polyme, các loại nhựa, epoxy, keo dán nóng chảy, nhãn mác, silicon, xấp và sự lựa chọn các vật liệu thô có nguồn gốc tự nhiên cũng như tổng hợp, cộng với những nhà sử dụng.
21. Gale Research inc. P.O. Box 33477, Detroit MI 48232-5477, điện thoại. (800) 877-4253. Catalog chỉ dẫn có giá trị mô tả các thông tin thương mại có nguồn gốc khác nhau, bao gồm các chỉ dẫn chi tiết về các hiệp hội, các nhà xuất bản, các dữ liệu, các thông tin thương mại, tư vấn và nhiều thông tin khác.
 22. Global industry Analysts inc. 5645 đường Silver Creek Valley, Suite 200, San Jose CA 95138, điện thoại. (408) 528-9966, Các loại keo dán và chất hàn gắn: chiến lược toàn cầu về thương mại.
 23. Gower Publishing Company. Đường Old Post, Brookfield VT 05036, điện thoại. 276-3162 (được biết như **Synapse Information Systems**). Một số chỉ dẫn về các phụ gia hoá học, chất hoạt động bề mặt, các chất đàn hồi, tên thương mại và các lĩnh vực khác.
 24. Hochberg and company, P.O. Box 222, Chester NJ, điện thoại. (908) 879-7170. Nghiên cứu chung về hải quân mỹ, keo dán, chất phân tán, các polyme, và nhiều lĩnh vực khác.
 25. IAL Consultants, 109 đường Uxbridge, Ealing, London W5 5TL UK, điện thoại, +44 (0)208810-0919. Một nghiên cứu rộng rãi bao gồm công nghiệp keo dán ở Châu Âu, cấu trúc keo dán Châu Âu, các thị trường lưu hoá bức xạ ở Bắc và Nam Mỹ, Châu Âu và Châu á và thị trường Polyurethane CASE.
 26. Impact Marketing Consultants inc. P.O Box 1226, Torbank Suite 3, Manchester Center VT 05255, điện thoại. (802) 362-2325. Chỉ dẫn về công nghiệp keo dán và chất hàn gắn ở Mỹ và đến cả công nghiệp sơn ở Mỹ.
 27. International Development associates inc. P.O. Box 702, Mendenhall PA 19357, điện thoại. (610) 388-2135. Nghiên cứu thị trường nhựa quốc tế.
 28. Kline and Company. Overlook @ Great Notch, 150 Clove Road, Little Falls NJ 07424, điện thoại. (973) 435-6262, hay **Kline europe Ltd.** 1, Avenue Gribaumont, B-1160 Brussels Bỉ, điện thoại. +32(2) 770-4740. Nghiên cứu sự thay đổi rộng của thị trường, bao gồm các loại keo dán, băng dính, các loại polyme, cộng với một số thị trường tiêu thụ. Cả US và thị trường bao phủ toàn cầu.

29. Kusumgar and Nerfil Inc. 6 Stonybrook Drive, North Caldwell NJ 07006, điện thoại. (201) 364-0438. Nghiên cứu về các sản phẩm bức xạ lưu hoá, các keo dán nóng chảy và nhiều hơn.
30. Label-pack converting institute, P.O. Box 6185, Venice FL 34292, điện thoại. (941) 473-0807. Chỉ dẫn toàn cầu về cải thiện nhãn mác và bao gói. Trên 2500 đơn vị đã được cải thiện ở Mỹ.
31. Label-pack converting institute kết hợp với **DPNA International** và **Business Factors**. Nghiên cứu thị trường nhãn mác PSA và thị trường bao gói bằng cactong gấp nếp và mềm dẻo ở vùng Châu á Thái Bình Dương.
32. Labels and labelling data, 60 phố High, Potters Bas Herts ENG 5AB UK, điện thoại +44 (0) 1707-645322. Thị trường nhãn mác tự dính ở Đông Âu.
33. Market and Business development LTD. Barnett House, 53 phố Fountain, Manchester M2 2AN UK, điện thoại. +44 (0)161 247-8600. Thị trường phát triển keo dán UK.
34. Market tracking international. 6 Archway Business Center, phố Wedmore, London N19 4RU UK, điện thoại. +44 (0)20 7263-1365. Các loại keo dán trên thế giới.
35. Materials information. Cambridge Scientific Abstracts, 7200 Wisconsin Avenue, Bethesda MD 20814-4823, điện thoại. (301) 961-6750, kết hợp với **ASM International and Institute ở Materials (UR)**. Nghiên cứu 300 thư mục có giá trị đúng đầu về keo dán.
36. Medmarket Diligence LLC. 51 Fairfield, Foothill Ranch CA 92610-1856, điện thoại. (949) 859-3401. Thị trường lớn trên thế giới về chất hàn gắn.
37. off-the-shelf publications inc. 2171 Jericho Turnpike, Commack NY 11725, điện thoại. (516) 462-2410. Thị trường Châu Âu về các nhà tiêu thụ keo dán.
38. Packaging Group inc. P.O. Box 345, Milltown NJ 08850, điện thoại. (908) 636-0885. Chỉ dẫn theo bảng chữ la tinh về công nghiệp bao gói/ phủ ở Mỹ. Bảng hàng nghìn công ty.
39. Packaging Strategies inc. 122 phố South Church, West Chester PA 19382-3223, điện thoại (610) 436-422. Kết quả nghiên cứu bao gói hàng năm, cộng với dự báo đặc biệt cho công nghiệp keo dán. Bao gói đàn hồi ở Mỹ.
40. Paperloop Publications. Miller Freeman, 55 Hawthorne, Suite 600, San Francisco CA 94105, điện thoại. (415) 947-3600. Chỉ dẫn các mặt mã ở Nam Mỹ.

41. Pira international. Đường Randall, Leatherhead, Surrey KT22 7 RU England, điện thoại. +44 (0)137 802000. Thị trường nhãn mác hiện tại và tương lai.
42. Pressure sensitive tape council. 401 North Michigan Avenue, 24th Floor, Chicago IL 60611, điện thoại. (312) 644-6610. Chỉ dẫn các sản phẩm keo dán hàng năm.
43. Rapra technology LTD. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR UK, điện thoại. +44 (0)1939 250383. Giới thiệu và nghiên cứu các mặt mã có giá trị về các chất phủ đàn hồi của các loại khác nhau, các loại keo dán, chất liên kết và nhựa.
44. Reed USA. 1100 phố Summer, Stamford CT 06905-0824, điện thoại. (203) 328-2500. Chỉ dẫn công nghiệp Mĩ, chỉ dẫn các nhà sản xuất hàng năm ở Mĩ.
45. Rubber and Plastics news, 1725 đường Merriman, Suite 300, Akron OH 44313, điện thoại. (330) 836-9180. Chỉ dẫn về cao su và các nhà tiêu thụ hàng năm.
46. Skeist inc. 375 Route 10, Whippany NJ 07981, điện thoại. (973) 515-2020. Nghiên cứu thay đổi rộng rãi của thị trường, bao gồm keo dán, chất hàn gắn và các sản phẩm nhạy áp, các polyme, keo dán nóng chảy, keo dán xử lý bức xạ và các lĩnh vực khác.
47. Specialists in business information inc. 3375 Park Avenue, Suite 2000A, Uantagh NY 11793, điện thoại. (516) 781-7277. Nghiêng về thị trường các sản phẩm nhạy áp. Các keo dán và chất hàn gắn.
48. Spencer Research RFD. 3 Box 1123, Bridgton ME 04009, điện thoại. (207) 647-8144. Thị trường giấy và màng trên thế giới.
49. Springborn materials Science corporation. Trung tâm springborn, Enfield CT 06082, điện thoại. (203) 749-8371. Các keo dán trong công nghiệp tự động, chất hàn gắn và các chất tăng cứng.
50. Sri Consulting. 333 Ravenswood Avenue, Menlo Park CA 94025, điện thoại. (650) 859-3627. Chỉ dẫn các nhà sản xuất hoá học.
51. Standard Rete and Data Service (SRDS). 3004 đường Glenview, Wilmette IL 60091, điện thoại. (708) 256-6067. Cung cấp các xuất bản và dữ liệu thương mại, có khoảng 5300 nhà thương mại ở Mĩ xuất bản về công nghệ và thương mại.
52. Studio Tamburini. Via P. Fornari 46, 20146 Milano Italy, điện thoại 39 (2) 4870-4572. Thị trường Châu Âu về keo dán và chất hàn gắn đặc biệt.
53. Synapse information systems inc. 1247 Taft Avenue, Endicott NY 13760, điện thoại. (607) 748-4145. Handbook of Adhesive Chemical and Compounding Ingredients.

54. Tag and Label Manufacturers Institute. 40 Shuman Blvd, Suite 295, Naperville IL 60563, điện thoại. (630) 357-9222. Thị trường Nam Mỹ cho các nhãn mác nhạy áp.
55. Technology assesment associetes. P.O. Box 1362, Amherst NH 03031-9939, điện thoại. (603) 673-0312. Một số nghiên cứu về keo dán điện, keo dẫn, các chất hàn gắn máy bay và thị trường phát triển cho keo dán.
56. Technology catalysts international. 605 Park Ave., Falls Church VA 22046, điện thoại. (703) 237-9600. Sự tiến bộ trong các chức năng keo dán: nền thương mại toàn cầu.
57. Thomas Publishing. One Penn Plaza, New York NY 10119, điện thoại. (212) 695-0500. *Thomas' Register of American Manufacturers*, chỉ dẫn các nhà sản xuất số lượng lớn của Mỹ hàng năm.
58. TPC Business Research Group. Pathfinder Operations, 851 New Holland Avenue. Box 3535, Lancaster PA 17604, điện thoại. (717) 291-5609, hay Missionsstrasse 44, CH-4055 Basel Switzerland, điện thoại. +41 (061) 43-52-26. Các polyme bức xạ lưu hoá trong cấu trúc keo dán ở Đông Âu.
59. Turret Wheatland LTD. Penn House, Rickmansworth, Herts WD3 UK chỉ dẫn keo dán, được xuất bản hàng năm từ 1966.
60. US Government printing office. 732 phố North Capitol NW, Washington DC 20401, điện thoại. (202) 512-1800. Standards Activities of Organizations in the United States (NIST Special Publication 806). Chỉ dẫn các tạp chí đạt tiêu chuẩn 80 liên bang và hơn 600 tổ chức môi giới.
61. Verlag Winter GMBH. 5 Breslauer Strasse, D-6056 Heusenstamm Đức, điện thoại. +49 (0511) 9910-000. Chỉ dẫn lưu hoá bức xạ.
62. World Publications Service. P.O. Box 7717, Đông Rutherford NJ 07073, điện thoại. (201) 365-1278. Chỉ dẫn về các khác hàng sản xuất hoá chất.

D. Các tạp chí và xuất bản thương mại

1. **Holz als Roh-und Werkstoff.** Springer-Verlag, 3020-Zeitschriftenherstellung, Heidelberger Platz 3, D-14179 Berlin Đức. phát hành hàng tháng.
2. **Holzforschung.** Walter de Gruyter GmbH & Company, Postfach 303421, D-10728 Berlin Đức, thành lập từ 1946, phát hành hàng tháng.

3. **Holzforschung und Holzverwertung.** Österreichische Gesellschaft für Holzforschung, Franz-Grill-Strasse 7, A-1030 Vienna Austria, thành lập từ 1948, phát hành hàng quý.
4. **International Journal of Adhesion and Adhesives.** Elsevier Science/ Butterworth-Heinemann Ltd., toà nhà Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP UK, điện thoại. +44 (0) 1865 310366, phát hành hàng tháng.
5. **Journal of Adhesion.** Taylor & Francis Group, 325 phố Chestnut, Suite 800, Philadelphia PA 19106, điện thoại. (215) 625-8914, phát hành hàng tháng.
6. **Journal of Adhesion Science and Technology.** VSP B.V., P.O. Box 346, 3700 AH Zeist, Hà Lan, thành lập năm 1987, phát hành hàng tháng.
7. **Journal of Adhesive Dentistry.** 551 Kimberly Drive, Carol Stream IL 60188-1881, điện thoại. (630) 682-3223. Phát hành hàng quý. Nhà xuất bản Quintessence Publishing.
8. **Journal of Applied Polymer Science.** John Wiley & Sons, 605 3rd Avenue, New York NY 10016, điện thoại. (212) 850-6000. Phát hành hàng tuần.
9. **Journal of Coating Technology.** Hiệp hội về công nghệ các chất phủ, 492 đường Norristown, Blue Bell PA 19422, điện thoại. (610) 940-0777. Phát hành hàng tháng.
10. **Journal of Dental Research.** Hiệp hội nghiên cứu răng miệng Mỹ, 1619 phố Duke, Alexandria VA 22314, điện thoại. (703) 548-0066. Phát hành hàng tháng.
11. **Journal of Dispersion Science and Technology.** Marcel Dekker, 270 Madison Avenue, New York NY 10016, điện thoại. (212) 696-9000. Thành lập năm 1980. Phát hành hai tháng một kỳ.
12. **Journal of Elastomers and Plastics.** Technomic Publishing Company, 851 New Holland Avenue, Box 3535, Lancaster PA 17604, điện thoại. (717) 291-5609. Thành lập năm 1969. Phát hành hàng quý.
13. **Journal of Packaging Technology.** Technical Publication, One Lethbridge Plaza Mahwah NJ 07430, điện thoại (201) 529-3380. Phát hành hai tháng một kỳ.
14. **Journal of Radiation Curing.** Technology Marketing Corporation, 1 Technology Plaza Norwalk CT 06854, điện thoại (203) 852-6800. Thành lập năm 1974. Phát hành hàng quý.

15. **Journal of Water Borne Coating.** Technology Marketing Corporation, 1 Technology Plaza, Norwalk CT 06854, điện thoại. (203) 852-6800. Thành lập năm 1978. Phát hành 6 tháng một kỳ.
16. **Trade Publications Adhesives and Sealants Newsletter.** P.O. Box 1123, Mishawaka IN 46546, điện thoại (574) 255-6749. Thành lập năm 1977. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Adhesive Information Services Inc.
17. **Adhesives Age.** 110 phố William, 11th Floor, New York NY 10038, điện thoại (212) 621-4900. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Chemical Week Associates.
18. **Adhesives and Sealants Industry.** P.O. Box 400, Flossmoor IL 60422, điện thoại (708) 922-0761. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Business New.
19. **Adhesive Technology.** Toà nhà Queensway, số 2 Queensway, Redhill, Surrey RH1 1QS UK, +44 (0)1737 768611, phát hành hàng quý, Nhà xuất bản FMJ International.
20. **Adhesive Trends.** 2300 đường North Barrington, Suite 400, Hoffman Estates IL 60195, điện thoại. (847) 490-5377. Bản tin phát hành 2 tháng một kỳ. Nhà xuất bản Adhesive Manufacturers Association.
21. **The Applicator.** 2841 Main, Kansas City MO 64108, điện thoại. (816) 472-7974. Bản tin công nghệ phát hành 3 số một năm. Trụ sở xuất bản Waterproofing and Restoration.
22. **Catalyst.** 7979 đường Old Georgetown, Bethesda MD 20814, điện thoại. (301) 986-9700. Bản tin hàng tháng. Nhà xuất bản Adhesive and Sealant Council.
23. **Chemical and Engineering News.** 1155 16th phố NW, Washington DC 20036, điện thoại. (202) 872-4600. Phát hành hàng tuần. Nhà xuất bản American Chemical Society.
24. **Chemical Marketing Reporter.** Số 2 phố Rector, New York NY 10006-1819, điện thoại. (212) 791-4200. Phát hành hàng tuần, nhà xuất bản Schnell Publishing.
25. **Composites and Adhesives Newsletter.** P.O. Box 36006, Los Angeles CA 90036, điện thoại (213) 938-6923. Thành lập năm 1983. Phát hành hàng quý. Nhà xuất bản T/C Press.
26. **Chemical Week.** 110 phố William, 11th Floor, New York NY 10038, điện thoại. (212) 621-4900. Phát hành hàng tuần. Nhà xuất bản Chemical Week Associates.

27. **Converting Magazine.** 2000 Clearwater Drive, Oak Brook IL 60523, điện thoại (630) 320-7000. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Reed Business Information.
28. **Labels and Labeling.** 16985 đường West Blue Mound, Suite 210, Brookfield WI 53005, điện thoại (262) 782-1900. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Tarsus Group.
29. **Paper, Film and Foil Converter.** 29 North Wacker Drive, Chicago IL 60606, điện thoại (312) 726-2802. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Primedia Business.
30. **Radtech Report.** 3 Bethesda Metro Center, Suite 100, Bethesda MD 20814, điện thoại (301) 664-8408. Phát hành 2 tháng một kỳ. Nhà xuất bản Radtech International.
31. **Surface Mount Technology.** 98 đường Spit Brook, Nashua NH 03062-5737, điện thoại (603) 891-9395. Phát hành hàng tháng. Nhà xuất bản Pennwell.

Tài liệu tham khảo

Chương I

1. Lucas, H.S. Shrewsbury, *Analyst* **51** (1986).
2. H.K. Saizberg *Handbook of Adhesives*, Reinhold, New York, 1982, Chap. 9.
3. Prosoy, *Technical Bulletin*, Centra Soya Company, 1978.
4. R.S. Burnett, *Soybeans and Soybean Products*, Wiley-Interscience, New York, 1981.
5. F.M. Lea and R.W. Nurse, *Trans. J. Soc. Chem. Ind* **58** (1993).
6. G.H. Brother, A.K. Smith, and S. J. Circle, Soybean Protein, U.S. Department of Agriculture, Bureau of Agricultural Chemistry, Washington DC (1970).
7. Mold Resistance of Plywood Made with Protein Adhesives, Douglas Fir Plywood Association, Tacoma, Wash. (Feb/ 1952).
8. D. French and J.T. Edsall, *Adv. Protein Chem* **2** (1985).
9. M.L. Selbo, *J. Forest Products* **3** (1989).
10. K.H. Meyer, *Natural and Synthetic High Polymers*, Wiley-Interscience, New York, 1980.
11. J.R. Spellacy, Dried Casein and Condensed Whey, Lithotype Process Co. San Francisco (1993).
12. Control of Conditions in gluing With protein and Starch Glues, Report R 1340, US. Department of Agriculture Forest Products Laboratory, Madison, Wis (1950).
13. G. Stainsby, *Recent Advances in Gelatine and Glue Research*, Pergamon Press, New York, 1988.
14. W.J. Van Ooij, *Handbook of Adhesive Technology*, (Ed.) Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc., New York, Chap. 20, 2003.
15. R.E. Norland, *Coatings Technology Handbook*, (Eds.) D. Satas and Marcel Dekker, New York, Chap 52, 1991.
16. *Expanded*, Marcel Dekker, Inc., New York, Chap. 21, 2003.
17. A. Veis, *The Macromolecular Chemistry of Gelatin*, Academic Press, New York, 1984.
18. J.R. Hubbard, *Animal Glues*, 2nd (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, 1977, p. 140
19. W.E. Blair, C.L. Pearson, and C.L. Pearson, *Adhesives Age* **30(6)** (1987).

Chương II

1. V.P. Karlivan, *Chemrawn I: Future Sources of Organic Raw Materials*, Pergamon Press, Elmsford, NY, 1980.
2. D.N.S. Hon, *Adhesives From Renewable Resources*, ACS Symposium Series 385, American Chemical Society, Washington, DC (1989) 291.
3. L.C. Wadworth and D. Daponte, *Cellulose Chemistry and Its Applications*, Ellis Horwood, Chichester, UK, England, 1985, p. 139.
4. J. Delmonte, *Technology of Adhesives*, Reinhold, New York, 1947, pp. 277-302.
5. F.A. Cotton and G. Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, Wiley, New York, 1980, p. 298.
6. J.A. Radley, *Industrial Uses of Starch and Its Derivatives*, J.A. Radley, (Ed.), Applied Science, London, 1976, p. 37.
7. A.H. Zijdeveld and P.G. Stoutjesdijk, *Recent Advances in the Chemistry and Starch of Cellulose*, J. Honeyman, (Ed.), Interscience, New York, 1959, pp. 199-228.
8. M.J. Mentzer, *Starch: Chemistry and Technology*, Academic Press, New York, 1984, pp. 543-574.
9. J. Lichman, *Cellulose Chemistry and Its Applications*, Ellis Horwood, Chester, UK, England, 1985, pp. 679 - 691.
10. A.H. Conner, *Adhesives from Renewable Resources*, ACS Symposium Series 385, American Chemical Society, Washington DC (1989).

Chương III

1. J.C. Patrick and H.R. Furguson, U.S. patent 2.466.963, to Thiokol Chemical Co. (1946).
2. K.D. Sadhan, *Handbook of Adhesive Technology*, (Ed.) Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc., New York, 2003, p. 511.
3. M.B. Berenbaum and J.R. Panek, *Polyalkylene Sulfides and Other Polythioethers*, (Ed.) N.G. Gaylord, Interscience, New York, 1962, pp. 43-244.
4. A.M. Usmani, *Polymer Plastics Technol. Eng.*, 1982, 19, 165.
5. N.D. Ghatge, S.P. Verekar and S.V. Lonikar, *J. Rubber Chem. Technol.* **54** (1981) 198.
6. A.M. Usmani, R.P. Chartoff, J.M. Butler, I.O. Salyer, and D.E. Miller, AFW AL-TR-80-4095 (1981).

7. A.V. Tobolsky and W.J. Macknight, *Polymeric Sulfur and Related Polymers*, Wiley-Interscience, New York, 1965.
8. J.R. Panek, *Handbook Adhesives*, 3rd (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
9. A.M. Usmani, *Polyme Plastics Technol. Eng.* **19** (1982) 185.
10. A.M. Usmani, R. Chartoff, W. Werner, I. Salyer, J. Butler, and D. Miller, *J. Rubber Chem. Technol.* **54** (1981) 1081.
11. A.M. Usmani, *Polymer News* **10** (1985), 23.
12. W. Mazurek and V.M. Silva, MRL-R-1096, Australia, 1987.
13. D.B. Paul, *Polymer Mater. Sci. Eng.* **56** (1987) 468.
14. A.M. Usmani, *Adhesive Joints Formation, Characterization and Testing*, (Ed.) K.L. Mittal, Plenum Press, New York, 1984.
15. N. Akmal and A.M. Usmani, *Handbook of Adhesive Technology*, (Ed.) Revised and Expanded, Marcell Dekker, Inc., New York, 2003, p. 541.
16. A.H. Landrock, *Adhesives Technology Handbook*, Noyes Data, Park Ridge, NJ, 1986, p. 444.
17. M. Morton, *Introduction to Rubber Technology*, Reinhold, New York, 1959, p. 547.
18. M. Morton, *Rubber Technology*, 2nd, Robert E. Krieger, Malabar, FL, 1981, p. 603.
19. W.F. Harrington, *Fundamentals of Adhesive Bonding*, Workshop Manual, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI (1988) 100.
20. W.F. Harrington, *Solvent Based Adhesives*, presented as part of the Adhesive Short Course, sponsored by the Adhesive and Sealant Council, Bethesda, MD, 1991.
21. *Tape 2: Rubber-Based Adhesives*, 21 minute videotape scripted and edited by W.E. Harrington, Adhesives in Manufacturing videotape series, 4 tapes in series, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI, 1990.
22. NR Technology Rubber Developments Supplement, **2, 4**, Natural Rubber Producers' Research Association, Brickendonbury, UK (1972).
23. M.J. Owen and J.M. Klosowski, *Adhesives, Sealants and Coatings For Space and Harsh Environments* (L.H. Lee, Ed.), Plenum Press, New York, 1988, p. 283.

24. L.D. Lower and J.M. Klosowski, *Handbook of Adhesive Technology*, (Ed.) Revised and Expanded, Marcell Dekker, Inc., New York, 2003, p. 813.
25. D.T. Liles and N.E. Shephard, Science and Technology of Building Seals, Sealants, Glazing and Waterproofing, **2**, ASTM STP 1142, American Society for Testing and Materials, Philadelphia (1992).
26. J.M. Klosowski, *Sealants in Construction*, Marcel Dekker, New York, 1989, p. 269.
27. Adhesives Age (Sep/ 2001).
28. J and Composites, Hanser Publishers, Munich Vienna New York, (1991) p.193.
29. P. B.M. Charrier, *Polymeric Materials and Processing*, Plastics, Elastomers ahadur, N.V. Sastry, Principles of Polymer Science, Sardar Patel University, India, 2002.
30. M. Bowtell, Adhesives Age (Dec/ 1999).
31. J. Bjorkten and L.L. Yaeger, Mod. Plastics **29** (1952), 124.
32. M. Kardan, Adhesives Age (Sep/ 2000).
33. T. Meeker, Adhesives Age (July/ 1998).

Chương IV

1. Pizzi, *Handbook of Adhesive Technology*, (Ed.) Revised and Expanded, Marcell Dekker, Inc., New York, 2003, p. 541.
2. N.J.L. Megson, *Phenolic Resin Chemistry*, Butterworth, London, 1958.
3. R. Garcia and A. Pizzi, *J. Appl. Polymer Sci.* **70** (6) (1998) 1111.
4. Pizzi and A. Stephanou, *J. Appl. Polym. Sci.* **49** (1993) 2157.
5. G. Giuffrè, C. Karadimas, R. Kelley, and M. Mulready, *Adhesives age*, Dec. 1999.
6. S. Soika, R.A. Wolfe, and G.D. Guenther, *Macromolecules* **14** (1981)1539.
7. F. Pichelin, C. Kamoun, and A. Pizzi, *Holz Roh Werkstoff* **57** (5) (1999) 305.
8. Kamoun and A. Pizzi, *Holzforschung Holzverwertung* **52** (1,3) (2000) 16, 66.
9. K. Lenghaus, G.G. Qiao, and D.H. Solomon, *Polymer* **41** (1973); (2000).

10. G.G. Qiao, K. Lenghaus, D.H. Solomon, A. Reisinger, I. Bytheway, and C. Wenstrup, *J. Org. Chem.* **63** (1998) 9806.
11. P.H.R.B. Lemon, *Int. J. Mater. Prod. Technol.* **5**(1) (1990) 25.
12. Pizzi, R. Garcia, and S. Wang, *J. Appl. Polym. Sci.* **66** (1997) 255.
13. S. Tohmura and M. Higuchi, *Mokuzai Gakkaishi* **41** (12) (1995) 1109-1114.
14. B.D. Park and B. Riedl, *J. Appl. Polym. Sci.* **77** (2000) 841.
15. A.H. Conner, L.F. Lorenz, and K.C. Hirth, *J. Appl. Polym. Sci.* **86**, (2002) 3256.
16. R.L. Geimer, A. Leao, D. Ambruster, and A. Pablo, *Proceedings of the 28th International Particleboard Symposium*, Washington State University, Pullman (1994) 243.
17. Pizzi and A. Stephanou, *Holzforschung* **48**(2) (1994) 150.
18. Zhao, A. Pizzi, S. Garnier, *J. Appl. Polym. Sci.* **74** (1999) 359.
19. Zhao, A. Pizzi, S. Garnier, *J. Appl. Polym. Sci.* **77** (2000) 249.
20. Pizzi, *Advanced Wood Adhesives Technology*, Marcel Dekker, New York, 1994.
21. G.C. Bond, *Heterogeneous Catalysis, Principles and Application*, Oxford Science, Clarendon Press, Oxford, 1987.
22. NIOSH, *National Institute for Occupational Safety and Health*, IDLH Tables, CDC, Atlanta, GA, 1994.
23. Lambiotte & Co., *Technical data Sheet*, Brussels (1999).
24. Pizzi, M. Beaujean, C. Zhao, M. Properzi, and Z. Huang, *J. Appl. Polym. Sci.* **84** (2002) 2561.
25. H.G.K. Pritchett, *Trans, Plastics Ins. London* **18** (1950) 30.
26. *Encyclopedia of Polymer Science*, Wiley, 2nd (Ed.), New York (1990).
27. Tomita, *Adhesives for Tropical Woods Symposium*, Taipei, Taiwan, Taiwan Forestry Res. Ins., May (1992).
28. W.G. Glasser and S. Sarkanen, *Lignin. Properties and Materials*, ACS Symposium Series 397, American Chemical Society, Washington DC, 1989.
29. E. Janiga, Masonite and lignosulphonate resin, *Wood Adhesives 2000*, Tahoe, Nevada, June 2000.
30. Kulvik, *Adhesives Age*, **19** (1976) 3.
31. D. du T. Rossouw, A. Pizzi, and G. McGillivray, *J. Polym. Sci. Chem. (Ed.)* **16** (1990) 3323.
32. L. Halasz, *J. Appl. Polym. Sci.* **86** (2002): 852, 864.

33. K. Rode, *Polymer* **42**(18)(2001)7531.
34. F. Pichelin, P. Triboulot, *Holz Roh Werkstoff* **59** (2001) **256; 60**, (2002) 9.
35. A. Trosa, Doctoral thesis, University Henri Poincaré-Nancy I, France (1999).
36. Tanaca, Private Communication, Montenegro, Brazil (1999).
37. M. Properzi, L. Uzielli, *Holzforschung Holzverwertung* **53**(4) (2001)114.
38. D. Egan and C.D. Weber, *Adhesives Age*, Jan. (2000).
39. H. Ulrich, Isocyanates, organic, *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 5th ed. VCH, Weinheim, Germany, A14, 1989, p. 611.
40. S. Lowenkron, *Methylenedianiline, Encyclopedia of Chemical Technology*. Wiley New York, 1991, 461.
41. J. Ni and C.E. Frazier, *J. Adhesion* **66** (1998) 89.
42. *Annual Book of ASTM Standards*, American Society for Testing and Materials, ASTM: D5155-96 (1996).
43. X. Zhou and C.E. Frazier, *Int. J. Adhesion Adhesives* **21**(3) (2001) 259.
44. B. Meyer, *Urea-formaldehyde Resin*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1979.
45. C. Zhao, A. Pizzi and Garnier, *J. Appl. Polym. Sci.* **74** (1999) 259.
46. C. Soulard, C. Kamoun, and A. Pizzi, *J. Appl. Polym. Sci.* **72** (1999) 277.
47. J.F. Walker, *Formaldehyde*, Am. Chem. Soc. Monogr., 1964, 159.
48. M. Higuchi, J.K. Roh, S. Tajima, H. Irita, T. Honda, and I. Sakata, Polymeric Structures of Melamine-based composite adhesives, Proceedings No. 4735 of the Adhesives and Bonded Wood Symposium, Forest Products Society, Madison, WI (1994) 429-449.
49. C. Cremonini and A. Pizzi, *Holz Roh Werkstoff* **57** (5) (1999) 318.
50. A. Pizzi, High performance MUF resins of low melamine content by a number of novel techniques, Wood Adhesives 2000 Proceedings, Forest Products Society, Madison, WI, 2000.
51. C. Zhao and A. Pizzi, *Holz Roh Werkstoff* **58** (5) (2000) 307.
52. B. Meyer, *Urea-formaldehyde Resins*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1979.
53. M. Zanetti, A. Pizzi, M. Beaujean, H. Pasch, K. Rode and P. Dalet, *J. Appl. Polymer Sci.* **84** (2002) 2561.
54. M. Zanetti, A. Pizzi, M. Beaujean, H. Pasch, K. Rode, and P. Dalet, *J. Appl. Polymer Sci.* **86** (2002)1855.

55. M. Zanetti, A. Pizzi and C. Kamoun, P. Dalet, *Holz Roh Werkstoff* 61: (55), 2003.
56. M. Zanetti and A. Pizzi, *J. Appl. Polymer Sci.*, In Press (2003).
57. New Zealand Forestry Res. Inst., Greenweld, US Patent 5 (1997) 674, 338.
58. V.M.L.J. Aarts, M.L. Scheepers, and P.M. Brandts, Analysis of MF resins, Proceedings of 1995 European Plastic Laminates Forum, Heidelberg, Germany (1995)17-25.
59. H. Ulrich, *Isocyanates, organic*, Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th W. Gerthartz, Ed., VCH, Weinheim, Germany, 1989 p. 611, A14.
60. S. Lowenkron, *Methylenedianiline*, in *Encyclopedia of Chemical Technology* M. Howe-Grant (Ed.), Wiley, New York, 1991, p. 461.
61. J. Ni and C.E. Frazier, *J. Adhesion* 66 (1998) 89.
62. D.J. David and H.B. Staley, *Analytical Chemistry of the Polyurethanes*, Vol. 16, Wiley-Interscience, New York, Pt. 3, 1969.
63. X. Zhou and C.E. Frazier, *Int. J. Adhesion Adhesives* 21 (3): 259, 2001.
64. J. Yavorsky, Personal Communication, Huntsman Polyurethanes, West Deptford, NJ. (2001).
65. B. Colegrove Personal Communication, Dow Chemical Company, Freeport, TX (2002).
66. J. Ni and C.E. Frazier, *Int. J. Adhesion Adhesives*, 18 (2) (1998) 81.
67. J.J. Marcinko, P.L. Rinaldi, and S. Bao, *Forest Prod. J.* 49(5) (1999)75.
68. P.E. Cranley, *Reaction Polymers*, Oxford University Press, Hanser Publishers, New York, 1992, p. 692.
69. R.A. Bragole, *Urethanes in Elastomers and Coatings*, Tachnomic, Westport, Conn., 1973, p. 136.
70. *Hydroxyl Terminated Poly BD Resins, Functional Liquid Polymers*. Electrical applications brochure, Atochem North America, Inc., Oct. 1990.
71. L. Maenpel, *Adhesion* 5 (1988)14.
72. Japanese Patent 80.08.344 (1980).
73. R. Grieves, US. Patent 4.623.702, to Pratley (1986).
74. D.G. Lay, Paper Presented at the SPI Epoxy Resin Formulators Meeting, San Francisco, Feb. 20- 22, 1991.
75. A. Goel, US. Patent 4.737.565, to Ashland (1988).
76. T. Glamondi, US. Patent 4.742.113, to Lord (1988).

77. L.W. Mobley, *Paper Presented to the Polyurethanes World Congress*, Nice, France, Sept. 24-26, 1991.
78. H. Lee and K. Neville, *Handbook of Epoxy Resins*, McGraw-Hill, New York, 1967.
79. G.V. Gordon, *Adhesives Age* (2000).
80. R. Guether and H. Markusch, *Adhesives Ag.* (2001).
81. J. Pacanovsky, *Adhesives Age*, (1999).
82. Skeist, Inc., *Adhesives VI* (1993).
83. Mulhaupt, et. Al, US. Patent 5,278,257, Ciba Geigy Co.(1994).
84. M.E. Kimball, *Polym. News* **9** (1984)198.
85. E.C. Hornaman, *Rubber World* **88** (1983)28.

Chương V

1. K.R. Geddes, in *Surface Coatings*, (A.D. Wilson, J.W. Nicholson and H.J. Prosser, Eds.), 3, Elsevier, New York, 1990, pp. 199-228.
2. M.B. Khan, *European Coating J.* **12** (1991) 886-888, 891-892,.
3. K.R. Geddes and M.B. Khan, European Patent 0.417.839 A1(1991).
4. G.Helmstetter, *Fundamentals of Cyanoacrylate Adhesives*, unpublished manuscript, Permabond International (1988).
5. W.G. Repensek, *Technology and Use of Cyanoacrylate Adhesives in Industrial Assembly Application*, American Fabricating Institute of Technology, Chicago, September 1983.
6. W.A. Lees, *Adhesives in Engineering Design*, Pitman, London, 1984.
7. R. Peace, *Adhesives Age* **22**(9) (1997).
8. G.L. Schneberger, *Adhesives Ag* (1980).
9. D.F.Ch. Weyher, *Adhesives in Modern Munufacturing*. Society of Manufacturing Engineers Dearborn, Mich., 1990.
10. J. Delmonte, *The Technology of Adhesives. I*, New York, Reinhold Publishing Co., 1997.
11. P. Bahadur and N.V. Sastry, *Principles of Polymer Science*, Cornell University Press, 2002.
12. C.E. Schildknecht, *Vinyl and Related Polymers*, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
13. A.X. Schmidt and C.H. Marlies, *Principles of High Polymer Theory and Practice*, New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1988.
14. E.H. Riddle, *Monomeric Acrylic Esters*, New York, Reinhold Publishing Co., 1994.

15. G.O. Morrison, T.P.G. Shaw, *Trans. Electro-Chem. Soc.* (1993).
16. S.N. Ushakov and J.M. Feinstein, *Ind. Eng. Chem.* (1995).
17. *Vinyl Acetate Monomer*, Air Reduction Chemical Co., New York, N.Y.
18. *Vinyl Acetate Monomer*, Celanese Co. of America, New York, N.Y.
19. K. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*. **14**, New York, Interscience, Encyclopedia, Inc., 1995.
20. C.E. Schilknecht, *Vinyl and Related Polymers*. New York John Wiley & Sons, Inc., 1992.
21. C.E. Schilknecht, *Polymer Processes*. New York, Interscience Publishers Inc., 1996.
22. W. Kopyscinski, S.C. Herman, and F.H. Norris, *Adhesives Age*. (2000) 31-36,.
23. H. Miller, *Adhesives Age* (1999) 37.
24. P.H. Larsen, *Adhesives Age* (1997) 27.
25. W. Whiney and S.C. Herman, *Adhesives Age*. (1989) 3.
26. H. Warson, *Paint Technol. (British)* (1990)24, 19.
27. S.M. Cohen, R.E. Kass, and E. Lavin, *Ind. and Eng. Chem.* **50**(1998) 229.
28. T. Motoyana and S. Okamura, *Chem. High Polymers*. 8, Japan (1991) 321.
29. A.F. Fizhugh, E. Lavin, and G.O. Morrison, *J. Electrochem. Soc.*. 100(1993)351.
30. K. Hashimoto and K. Imaya, *Adhesives Age*(1998).
31. R.L. Gordon, *Adhesives Age*. (2001).
32. D.E. Floyd, *Polyamide Resins*, 1996, p. 42.
33. M.I. Kohan, *Nylon Plastics*, 1983, p. 68.
34. H.F. Mark, *Polymer Science and Materials*. 1981, p. 68.
35. C.W. Paul, M.L. Sharak, and M. Blumenthal, *Adhesives Age* (1999).
36. M.N. Mang, J.E. White, S.L. Kram, D.L. Rick, R.E. Bailey, and P.E. Swanson, *Polym. Mater. Sci. Eng.*, **76** (1997) 142.
37. M. Sharak et al., US. 5,583,187.
38. D.L. Rick, J.W. Davis, T.D. Lickly, M.N. Mang, 6th Annual Meeting of the Bio/ Environmentally Degradable Polymer Society, September (1997).

39. P. Morganelli and H. Cheng, *Adhesives Age*, (1998).
40. A.V. Pocius, *Structural Adhesives*, SR. Hartshorn (Ed.), New York, Plenum Press, 1986, p. 32.
41. M.R. Lindeburg, *Mechanical Engineering Reference Manual*, 1990, p. 15.
42. L. Boogh, et al, *Novel Tougheners for Epoxy-Based Composites*, SAMPLE Conference Proceedings, **28**, 1996.
43. R. Drake, *Epoxy Hybrids in Adhesive Systems*, Adhesives & Sealant Council Fall Convention Preprints. Cincinnati, Ohio, November, 1994.
44. J.W. Copenhaver and M.H. Bigelow, *Acetylene and Carbon Monoxide Chemistry*, **2**, New York, Reinhold Publishing Co., 1989.
45. Monome, Ch. Vinyl Ethers, by C.A. Schildknecht, New York, Interscience Publishers, 1981.
46. N.A. DeBruyne and R. Houwink, *Adhesion and Adhesives*, New York, Elsevier Publishing Co., 1991.
47. H.W. Coover, F.B. Joyner, and T.H. Wicker, *SPE Journal*, **15**, 1989, p. 413.
48. M.J. Bodnar and W.H. Schrader, *Modern Plastics*, **36**(1), 1988, p. 142.
49. D.M. John, *Technology of Adhesives*, New York, Reinhold Publishing Co., 1997.
50. D.W. Elam, *Product Eng.*, **25** (1995) 167.
51. D.E. Floyd, *Polyamide Resins*, New York, Reinhold Publishing Co., 1998.
52. H. Withcoff and A.W.J. Dyck, *Technology of Paper Coating*, Chicago, **III**, Fritz Publications, 1997.
53. H. Withcoff and D.E. Peerman, *Modern Packaging*, **26**(3), (1992)135.
54. M. Bowtell, *Adhesives Age* (1999).
55. P.D. Brendan, *Adhesives Age*, (1999).
56. G.P. Marks and A.C. Clark, *ACS Polymer Preprints*, **39**(1) (1998) **621**.
57. D.G. Peiffer, M.W. Kim, and Kaladas, *Polymers*, **29** (1988)716.
58. Z. Wang, J. Wang, B. Chu, and D.G. Peiffer, *J. Polymer Sci.: Part B: Polym. Physics*, **29** (1991)1361.
59. R.L. Schild, M.S. El-Aasser, G.W. Poehlein, and J.W. Vanderhoff, *Emulsions, Latices, Dispersions*, Marvin N. Dekker: New York, 1998, 99.

60. J.W. Rosthauser and K. Nachtkamp, *Advances in Urethane Science and Technology*, **10** (1987)121.
61. D.J. Hourston, G. Williams, R. Satguru, J.D. Padgett, and D.J. Pears, *Appl. Polym. Sci.*, **66** (1997) 2035.
62. R.A. Miller and S.E. George, *J. of the Adhesive and Sealant Council*, **26**(1) (1995) 209.
63. R.A. Miller and G. Althen, *Adhesives Age*, **40** (1997) 63.
64. H. Smith, *Adhesives Age* (1999) 38.
65. D. Christine, *Adhesives Age* (1998).
66. Benedek, Istvan and Heymans, *Pressure-Sensitive Adhesives Technology*, Marcel Dekker, Inc., 1997.
67. Huber and Hans, *Radiation Cured Adhesives*, Beta-Gamma (1992).
68. D. Egan and C.D. Weber, *Adhesives Age* (2000) 24.
69. Dong, Chen, Pascault, and Jean Pierre, *Polymer International* **33** (1994)263.
70. R. Mulhaupt, et al, US Patent 5,278,257.

Chương VI

1. J.G. Vail, *Soluble Silicates In Industry*, ACS Monograph 46, New York, Chemical Catalog Co. (Reinhold), 1998, p. 165.
2. J.F. Wygant and W.D. Kingery, *Ceramic Fabrication Processes*, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
3. J.H. Wills and R.H. Sams, *Ind. Eng. Chem.*, **41**, 1999, 81.
4. J.H. Wills, N.A. DeBruyne, and R.Houwink, *Adhesion and Adhesives*, **6**, Amsterdam, Elsevier, 1981.
5. W.D. Kingery, *J. Am. Ceram. Soc.*, **35** (1990) 61.
6. J.F. McCabe, *Applied Dental Materials*, 7th Ed., Blackwell, London, 1990.
7. H.J. Wilson, J. McLean, and D. Brown, *Dental Materials and Their Clinical Applications*, British Dental Association, London, 1988.
8. L.C. Chow, S. Takagi, P.D. Costanino, and C.D. Friedman, *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* **3**, 1991, 179.
9. R.A. McCaghren, D.H. Retief, E.L. Bradley, and F.R. Denys, *J. Dent. Res.* **69** (1990) 40.
10. H.W. Christie, C.C. Chappellow, T.J. Byerley, and J.D. Eick, *J. Dent. Res.* **69** (1990) 309.
11. F. Millich, J.D. Eick, G.P. Chen, T.J. Byerley, and E.W. Hellmuth, *J. Polym. Sci. B: Polym. Phys.* **31** (1993)729.

12. W.W. Barkmeier, C.T. Huang, P.D. Hammesfahr, and S.R. Jefferies, *J. Esthet. Dent.* **2** (1990) 134.
13. D.H. Retief, *J. Esthet. Dent.* **3** (1991) 106.
14. J. Kanca, *J. Dent. Res.* **69** (1990) 231, Abstr. 984.
15. K. Hotta, *J. Jpn. Orthodont. Soc.* **52** (1993) 360.
16. I.E. Ruyter and H. Oysaed, *CRC Crit. Rev. Biocompatibility* **4** (1988) 247.
17. N. Nakabayashi, M. Ashizawa, and M. Nakamura, *Quintessence Intern.* **23** (1992) 135.
18. J. Delmonte, *The Technology of Adhesives*, Reinhold, New York, 1947.
19. N.M. Bikales, (Ed.), *Adhesion and Bonding*, Wiley-Interscience, New York, 1971.
20. E.P. Plueddemann, *Silan Coupling Agent*, Plenum Press, New York, 1982.
21. A.H. Landrock, *Adhesives Technology Handbook*, Noyes Publications, Park Ridge, N.J., 1985.

Chương VII

1. Pizzi, *Handbook of Adhesive Technology*, Marcel Dekker, Inc. New York, 2003, p. 739.
2. L.T. Manzione, *Plastic Packaging of Microelectronic Devices*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
3. S. Jin, R.C. Sherwood, T.H. Tiefel, J.J. Mottine, and S.G. Segger, Jr., US. Patent 4.737.112, 1988.
4. Wohlfarth, *CRC Handbook of Thermodynamic Data of Copolymer Solutions*, Martin-Luther University, Merseburg, Germany, 2001.
5. G.G. Wallace, G.M. Spinks, L.A.P. Kane-Maguire, and P.R. Teasdale, *Conductive Electroactive Polymer*, Intelligent Materials Systems, NSW, Australia, 2003.
6. G. Montaudo and R.P. Lattimer, *Mass Spectrometry of Polymers*, Noveon, Inc., Brecksville, Ohio, USA, 2002.
7. D.A. Sciangola, *Adhesives Age* (2000) 25.
8. H. Miller, *The Journal of the Adhesive and Sealant Council*, Fall Convention '98, Chicago, Illinois, October 25 to 28, 1998.
9. Ph.D.B. Quirk, *Adhesives Age* (2000) 37.
10. T. Kauffman and H.B. Fuller, *Adhesives Age* (2000) 37.
11. Gansla and, H. Stuart, *Adhesives Age* (1999) 16.
12. Lipka and J. Bernard, *PSTC Tech. XXI Proceedings* (1998) 15.

13. Artemakis, *The RadTech Report* (1993).
14. A.J. Berejka, Invited Speaker at the 9th International Meeting on Radiation Processing Istanbul, Turkey (1994).
15. A.J. Berejka and W. Radak, *Presented at RadTech Asia '91*, Osaka, Japan (1991).
16. Bly, J. *Electron Beam Processing*, International Information Associate, Yardley, Pa. (1998).
17. R. Bradley, *Radiation Technology Handbook*, Marcel Dekker Inc., New York, N.Y. 1984.
18. *The Vanderbilt News*, New York, R.T. Vanderbilt Co., Inc., Oct. 1999, p. 22.
19. C.A. Brautlecht, *Starch-Its Sources, Production and Uses*, New York Reinhold Publishing Co. 1993.
20. *Corn Starch*, Corn Industries Research Foundation, Inc., Washington 6, DC, 1995.
21. R.B. Seymour, *Hot Organic Coating*, New York, Reinhold Publishing Co. 1999.
22. J.G. Lee and A. Shaikevitch, *Adhesives Age* (2000) 31.
23. J.D. Domine and R.H. Schaufelberger, *Handbook of Adhesives*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 2000, p. 495.
24. J.P. Lecointe, et al., *Adhesives Age* (1999) 1.
25. J.M. Hung, *Adhesives Age* (2000) 18.
26. Horsey, G. Knobloch, H. Martin, and A. Patel, *Tappi Hot Melt Symposium Proc.*, Tappi Press, Atlanta, 1990.
27. G. Fedor and P. Brennan, *Adhesives Age*, **33**(5) (1990) 22.

Chương VIII

1. J.A. Filbey and J.P. Wightman, *Adhesive Bonding* (L.H. Lee, Ed.), Plenum Press, New York, 1991, p. 175.
2. C. Klauber and R.S.T. Smart, *Surface Analysis Methods in Materials Science* (D.J. O'Connor, B.A. Sexton and R.S.T. Smart, Eds.), Springer-Verlag, Berlin, 1992, p. 13.
3. W.J. Van Ooij and R.S. Michael, *Metallization of Polymers* (E. Sacher, J.J. Pireaux and S.P. Kowalczyk, Eds.), ACS Symposium Series No. 440, American Chemical Society, Washington, D.C., 1990, p. 60.
4. J.F. Davalos, P.Z. Qiao and B.S. Trimble, *J. Comp. Technol. Res.* **22** (4) (2000) 224-240.

5. S. Suresh, *Fatigue of Materials*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
6. W.J. van Ooij, *Handbook of Adhesive Technology*, Marcel Dekker, Inc., New York, 2003, p. 379.
7. E.A. Ledbury, A.G. Miller, P.D. Peter, E.E. Peterson and B.W. Smith, Proc. 12th natl SAMPE Techn. Conf. Series, SAMPE, Azusa, CA. (1980) 935.
8. G.D. Davis, *Adhesive Bonding*. Plenum Press, New York, 1991, p. 139.
9. A.J. Swift and J.C. Vickerman, *Surface Analysis Techniques and Applications*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1990, p. 37.
10. W.J. van Ooij, A. Sabata and R.J. Koch, *J. Adhesion Sci. Technol.* **7** (1993)1153.
11. J.A. Creighton, *Surface Analysis Techniques and Applications*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1990, p. 13.
12. M.W. Urban, *J. Adhesion Sci. Technol.* **7** (1993) 1.
13. M.W. Urban, S.R. Gabury, W.T. McDonald, and A.M. Tiefenthaler, *Adv. Chem. Series No. 227*, American Chemical Society, Washington DC. (1990).
14. M.W. Urban, *Adv. Chem. Series No. 236*, American Chem. Soc., Washington DC. (1992).
15. N.J. Dinardo, J.E. Demuth, and T.C. Clarke, *J. Vac. Sci. Technol.* **A4** (1986)1050.
16. G. Betz, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.* **B27** (1987)104.
17. P.P. Klemchuk, *Ecyclopedia of Material Science and Engineering*, Pergamon Press, Elmsford, NY, 1988, p. 5200.
18. P.P. Klemchuk, M.E. Gande, and E. Cordola, *Polymer Degradation Stabilization* **27** (1990)65.
19. J. Wypych, *Wethering Handbook*. Chemtec Publishing, Toronto, 1990.
20. E.M. Petrie, *Adhesives Age* (1989).
21. W. Prane, *Adhesives Age* (1989).
22. S.L. Kaplan and P.W. Rose, *SPE Tech. Papers* **34** (1988).
23. L.C. Jackson, *Adhesives Age* (1978).
24. *Adhesives Age* (1999).
25. *Adhesives Age* (2001).
26. H. Shonhorn, F.W. Ryan, and R.H. Hansen, *J. Adhesion* **2** (1970).
27. H.J. Griesser and R.C. Chatclier, *Polymer. Mater. Sci. Eng.* **6** (1990).

28. R.A. Gledhill, S.J. Shaw, and D.A. Tod, *Intern. J. Adhesion Adhesives* **10** (1990)192
29. J. Bjorkten and L.L. Yaeger, *Mod. Plastics* **29** (1952)124.
30. Q. Yang and Q. Zhou, in *Coordination Compounds in Adhesive Chemistry*, Plenum Press, New York, 1984, p. 799.
31. B. Wang, Ph. D. dissertation University of Massachusetts, 1989.
32. H. Ishida and J.L. Koenig, *J. Colloid Interface Sci.* **64** (1978) 555.
33. M.R. Rosen, *J. Coating Technol.* **50** (1978) 644.
34. W. Southeng, *Polymer Interface and Adhesion*, Marcel Dekker, New York, 1982.
35. P. Walker, *J. Oil Colour Chemist's Assoc* **67** (1984)126.
36. J.C. Bolger and A.S. Michaels, *Interface Conversion for Polymer Coating*, American Elsevier, New York, 1969.
37. C. Kerr and P. Wwalker, *Adhesion*, Vol. **11**, Elsevier, New York, 1987.
38. M.J. Owen and D.E. Williams, *J. Adhesion Sci. Technol.* **5** (1991) 307.
39. E.P. Plueddemann, *Soc. Plast. Ind.* **19A** (1969).
40. *Silane Coupling Agent*, Dow Corning Co., Midland, 1981.
41. European patent application 334,492.
42. Japanese unexamined patent 01/297,482.
43. U.S. patent 4,357,181.
44. U.S. patent application 4,781,984.
45. P. Forman, P. Eaton, *Adhesives Age*, (2001) 50.
46. Paiva, N. Sheller and M.D. Foster, *Macromolecules*, **34** (2001)2296.
47. H.J. Kim and H.J. Mizumachi, *J. Appl. Polym. Sci.*, **58** (1995)1891.
48. J.A. Schladerman, US. Pat. **4** (1985) 554,324
49. P. Walker, *J. Adhesion Sci. Technol.* **5** (1991) 279.
50. M.J. Owen and D.E. Williams, *J. Adhesion Sci. Technol.* **5** (1991) 307.
51. F.W. Egan, Paper, Film and Foil Converter, Dec. 1995.
52. G.L. Booth, *Modern Plastics*, **36** (1997) 91.
53. E.C. Bernhardt, *Processing of Thermoplastic Materials*, New York, Reinhold Publishing Co. 1999.
54. W.A. Gammel, *Techniques With Resins*, Paper Presented at First National Conference on the Applications of Electrical Insulation, Cleveland, Sep. 1998.
55. W.A. Gammel, *Insulation*, **5**, (12) (1999) 93.

56. H.A. Perry, *Adhesive Bonding of Reinforced Plastics*, New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1989.
57. J.W. Conture, *Paper Film and Foil Converter*, Dec. 1988, 32, 28.
58. W. Sederlund, *Modern Packaging*, **24** (1990) 149.
59. R.F. Blomquist, *Adhesives Age*, **4** (1991) 20.
60. A.G.H. Dietz, *Engineering Laminates*, New York, John Wiley & Son, Inc., 1989.
61. L.B. Morgan, *J. Appl. Chem.*, **4** (1994) 160.
62. L. Mandelkern, *Chem. Rev.*, **56** (1996) 903.
63. R.E. Kirk and D.F. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 9, p. 7, New York, The Interscience Encyclopedia Inc., 1992.
64. J.W. Beams, *Tech. Proc. Am. Electroplaters*, **43** (1996) 211.
65. W.V. Fischer and E.G. Bobalek, *Organic Protective Coating*, New York Reinhold Publishing Co., 1993, p. 137.
66. J.C. Merriam, *Materials in Design Engineering*, **162** (1999).
67. M.W. Riley, *Materials in Design Engineering*, **145** (1998).
68. J.E. Lynn, *Nonwoven Fabrics*, 1997.
69. R.P. Moffett, *Modern Textiles*, **37**, **10** (1996) 62.
70. F.M. Buresh, *Textile Industry*, **84** (1998) 48.

Chương IX

1. A.J. Kinloch, *Adhesion and Adhesives: Science and Technology* Chapman, and Hall, London, 1987.
2. A.J. Kinlock, (Ed.), *Durability of Structural Adhesives*, Applied Science, London, 1983.
3. W. Brockmann, O.D. Hennemann, H. Kollek, and C. Matz, *Int. J. Adhesion Adhesives* **6** (1986) 115.
4. H.F. Brinson, *Engineered Materials Handbook, Vol 3: Adhesives and Sealants*, ASM International, Metals Park, OH, 1990.
5. W. Brockmann, *The Science and Technology of Adhesive Bonding*, Gordon and Breach, New York, (1990) p. 53.
6. J.D. Minford, *Adhesive Bonding*, Plenum, New York, 1991, p. 239.
7. J. Comyn, *Durability of Structural Adhesives*, A.J. Kinlock (Ed.), Applied Science, London, 1983, p. 85.
8. A.J. Kinloch, *J. Adhesion* **10** (1979) 193.
9. A.V. Pocius, *Adhesion and Adhesives Technology*, Hanser/ Gardner, Cincinnati, 1997.

10. J.D. Miller and H. Ishida, *Fundamentals of Adhesion* (L.H. Lee, Ed.) Plenum, New York, 1991, p. 291.
11. G.D. Davis, *Surface Interface Anal.* **17** (1991) 439.
12. J.S. Ahearn, G.D. Davis, T.S. Sun, and J.D. Venables, *Adhesion Aspects of polymeric Coatings* (K.L. nMittal, ed.), Plenum Press, New York, 1983, p. 281.
13. G.D. Davis, L.A. Krebs, L.T. Drzal, M.J. Rich, and P. Askeland, *J. Adhesion* **72** (2000) 335.
14. W. Brockmann, *Durability of Structural Adhesives* (A.J. Kinloch, Ed.), Applied Science, London, 1983, p. 281.
15. J.D. Minford, *Durability of Structural Adhesives* (A.J. Kinloch, Ed.), Applied Science, London, 1983, p. 135.
16. L. Pawlowski, *The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings*, Wiley, Chichester, U.K., 1995.
17. G.D. Davis, G.B. Groff, L.L. Biegert, and H. Heston, *J. Adhesion* **54** (1995) 47.
18. G.D. Davis, G.B. Groff, and R.A. Zatorski, *Surface Interface Anal.* **25** (1997) 366.
19. D.K. Shaffer, H.M. Clearfield, and J.S. Ahearn, *Treatise on Adhesion and Adhesives*, Vol. **7** (J.D. Minford, Ed.), Marcel Dekker, New York, 1991, p. 437.
20. C. Park, S.E. Lowther, J.G. Smith, Jr., J.W. Connell, P.M. Hergenrother, and T.L. St. Clair, *Int. J. Adhesion Adhesives* **20** (2000) 457.
21. H.F. Brinson, *Engineered Materials Handbook, Vol. 3: Adhesives and Sealants*, ASM International, Metals Park, OH, 1990.
22. C.O. Arah, D.K. McNamara, H.M. Hand, and M.F. Mecklenburg, *J. Adhesion Sci. Technol.* **3** (1989) 261.
23. D.M. Brewis, J. Comyn, and R.J.A. Shalash, *Int. J. Adhesion Adhesives* **2** (1982) 215.
24. R.J.A. Shalash and Ph.D. Thesis, *Leicester Polytechnic*, U.K. 1980.
25. F.L. Tobiasson, *Handbook of Adhesives*, 3rd (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
26. E.P. Plueddemann, *Industrial Adhesion Problems*, Orbital Press, Oxford, 1985, p.148.
27. J.L. Cotter, *Developments in Adhesives*, Vol. **1**, Applied Science, London, 1977, p.1.

Chương X

1. G.P. Anderson, S. Chandapeta, and K.L. DeVries, *Adhesively Bonded Joints: Testing, Analysis and Design*, ASTM STP-981, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1988.
2. A.J. Kinloch, *Adhesion and Adhesives Science and Technology*, Chapman- Hall, New York, 1987.
3. G.R. Hamed, *Adhesion und Adhesives*. Vol. 6, Marcel Dekker, New York, 1988.
4. D.H. Kaelble, *Physical Chemistry of Adhesion*, Wiley-Interscience, New York, 1971.
5. T. Igarashi, *Adhesive Joints, Formation, Characteristics and Tesing*, Plenum Press, New York, 1984.
6. C.A. Dahlquist, *Treatise on Adhesion and Adhesives*, 2, Marcel Dekker, New York, 1969.
7. J.J. Bikerman, *The Science of Adhesive Joints*, Academic Press, New York, 1968.
8. W.C. Wake, *Adhesion and the Formulation of Adhesives*, Appl. Sci. Pub., London, 1982.
9. J.C. McMillan, *Developments in Adhesives*, 2nd (Eed.), Appl. Sci. Pub., London, 1981, p. 243.
10. S. Mostovoy and E.J. Ripling, *J. Adhesion Sci. Technol.* **913** (1975) 513.
11. P.R. Borgmeier, K.L. DeVries, J.K. Strozier, and G.P. Anderson, *Mechanics of Plastics and Plastic Composites*, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1989.
12. *Test Methods for Pressure-Sensitive Tapes*, 13th (Ed.), Pressure-Sensitive Tapes council, Chicago, IL (2000).
13. *Standard Test Methods for Pressure-Sensitive Adhesive Tapes for Electrical and Electronic Applications*, D1000, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
14. *Peel Adhesion of Pressure-Sensitive Tape at 180°*, D3330, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
15. D.H. Kaelble, *Adhesives Age* (1960).
16. J. Johnston, *Adhesives Age* **II** (4) (1968) 20.
17. J. Johnston, Tack, Proc. Pressure-Sensitive Tape Council Technical Seminar, 1983, pp. 126-146.
18. R. Bates, *J. Appl. Polym. Sci.* **20** (1976) 2941.
19. C.A. Dalquist, *Adhesion: Fundamentals and Practice*, Ministry of Technology, Maclaren, London, 1969, pp. 143-151.

Chương XI

1. I.H. Ainsworth, *Paper the Fifth Wonder*, Thomas Publishing Co, Kankauna, Wisc., 1989.
2. J.B. Calkin, *Modern Pulp and Paper Making*, New York, Reinhold Publishing Co., 1997.
3. J. Clark, *Conditioning for Paper Testing*, TAPPI, **44**, (6) (1991) 154.
4. US. Industrial Outlook for 1991.
5. P.E. Wrist, *The Science of Paper Manufacture*, TAPPI, **44**, (1) (1991) 181.
6. A.H. Landrock, *Adhesives Technology Handbook*, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. 1985.
7. N.H. Ladizesky and I.M. Ward, *J. Mater. Sci.* **24** (1989) 3763.
8. M. Nardin, E.M. Asloun, F. Muller, and J. Schultz, *Polymer Adv. Technol.* **2** (1991) 161.
9. V. Lavaste, J.F. Watts, M.M. Chehimi, and C. Lowe, *Int. J. Adhesion Adhesives*, **20** (2000) 1.
10. E. Kokkoli and C.F. Zukoski, *Langmuir* **16** (2000) 6029.
11. D. Andelman and J.F. Joanny, *C.R. Acad. Sci. IV* **1** (2000) 1153.

Chương XII

1. M.J. Badnar, *Handbook of Adhesive Technology*, Marcel Dekker, Inc. New York, 2003, P. 481.
2. K. Rossman, *Polymer Sci.*, **19** (1996) 141.
3. A.A. Benderly, T.J. Kilduff, and E.R. Nelson, *Ind. Eng. Chem.*, **50**, (1998) 3, 329.
4. K. Rossman, *J. Polymer, Sci.*, **19**, (1996) 141.
5. *Plastics Technol.*, **4** (1998) 948.
6. H.A. Perry, *Adhesive Bonding of Reinforced Plastics*, New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1999.
7. W.L. Thompson, et al., *Adhesives Age*, **2** (1989) 30.
8. D. Wright and N. Parkman, *Brit. Plastics*, **31** (1988) 255.
9. M.J. Bodnar and W.J. Powers, *Plastics Technol.*, **4** (1998) 721.
- W.H. Schrader and M.J. Bodnar, *Plastics Technol.*, **3** (1997) 988.

Chương XIII

1. E.M. Borroff, W.C. Wake, *Trans. Inst. Rubber Ind.*, **25** (1989) 190.
2. D.M. Brassard, *Adhesives Age* (2001) 37.
3. W.J. Lyons, *Textile Research J.*, **20** (9) (2000) 654.
4. H.H. Gillman and R. Thoman, *Ind. Eng. Chem.*, **40** (1998) 1237.
5. G.S. Whitby, *Synthetic Rubber*. New York, John Wiley & Son, Inc., 1994, P. 698.
6. K. Hultsch, *J. prakt. Chem.*, N.F. Band, **158** (1991) 275.
7. Cunneen, Farmer, Koch, *Rubber Chem. And Technol.*, **17** (1994) 277.
8. Lyons, Nelson and Conrad, *India Rubber World*, **114** (1996) 213.
9. J.M. Kord, *Adhesives Age* (2000) 30.
10. *Handbook of Adhesives*, Third Edition, I. Skeist, Van Nostrand Reinhold Co. (Eds.), 1990, p. 239.
11. *Handbook of Pressure Sensitive Adhesives*, D. Satas and Associates (Ed.), 1997, p. 288.
12. D.R. Hanser and E.E. Ewins, *Kraton Polymers for Adhesives and Sealants*, Shell-Chemical Co., 1997, p. 11.

Chương XIV

1. Methanol Chemie Nederland, European patent EP 25.245 (1980).
2. BASF AG, German patent DE 3.442.454 (1984).
3. Georgia-Pacific Resins, Inc., US. Patent 5.681.917 (1996).
4. P.E. Humphrey, US. Patent USP 5.176.028 (1990).
5. K.W. Haider, J.W. Rosthauser and T.R. Miller, Pro. Forest Products Society Annual General Meeting, Baltimore, 2001; Extended Abstracts, Wood Adhesives 2000, Lake Tahoe, 2000, p. 85.
6. C.M. Chen and D.L. Nicholls, *Forest Prod. J.* **50** (3) (2000) 81-86.
7. S. Garnier, Ph.D. thesis, University of Nancy 1, Epinal, France, 2002.
8. M. Lecourt, P. Humphrey and A. Pizzi, *Holz Roh Werkst.* **61** (2003) 75.
9. J.F. McCabe, *Applied Dental Materials*, 7th (Ed.), Blackwell, London, 1990.
10. S.M. Aasen, J.D. Oxman and F.A. Ubel, *J. Dent. Res.* **69**, Abstr. 974, (1990) 230.
11. J.W. Stansbury, *J. Dent. Res.* **70** (1991) 527.

12. H.W. Christie, C.C. Chappellow, T.J. Byerley, and J.D. Eick, *J. Dent. Res.* **69** (1990) 309.
13. F. Millich, J.D. Eick, G.P. Chen, T.J. Byerley, and E.W. Hellmuth, *J. Polymer Sci. B: Polym. Phys.* **31** (1993) 729.
14. M. Dunky, *Handbook of Adhesive Technology*, Second Edition, Revised and Expanded, Marcel, Dekker, Inc., New York, 2003, p. 887.
15. M. Dunky, *Polymer Materials Encyclopedia*, CRC Press, Boca Raton, FL, Vol **11**, 1996.
16. M. Dunky, *State of the Art-Report, COST-Action E13, Part I*, European Commission, Brussels, Belgium, 2002.
17. Pizzi, (Ed.), *Wood Adhesives: Chemistry and Technology*, Marcel Dekker, New York, 1983, p. 59.
18. Pizzi, *Advanced Wood Adhesives Technology*. 1st (Ed.) Marcel Dekker, New York, 1994, p. 381.
19. Soulard, C. Kamoun, *J. Appl. Polym. Sci.* **72** (1999) 277.
20. Y. Nakarai, T. Watanabem, *Wood Industry* **17** (2002) 464.
21. Simon and B. George, *Holzforschung* **56(3)** (2002) 327.
22. Weinstabl, W.H. Binder, H. Gruber, *J. Appl. Polym. Sci.* **81** (2001).
23. P.E. Humphrey, *Proc. Third Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium*, Kyoto, Japan, 1996, p. 366.
24. P.R. Steiner, G.E. Troughton, and A.W. Anderson, *Proc. Adhesives and Bonded Wood Products*, Seattle, WA (1991) 205.
25. Johnson, A. Kamke, *Wood Fiber Sci.* **26** (1994) 259.
26. S. Ellis, *Forest Prod. J.* **43(2)** (1993) 66.
27. R.G. Schmidt and C.E. Frazier, *Wood Fiber Sci.* **30** (1998) 250.
28. S. Tohmura, *J. Wood Sci.* **44** (1998) 211.
29. Tomita and Ch-Y. Hse, *Proc. Adhesives and Bonded Wood Products*, Seattle, WA, 1991, p. 426.
30. R.F. Buchholz, G.A. Doering, and C.A. Whittemore, *Proc. Wood Adhesives 1995*, Portland, OR., 1995, p. 241.
31. H.H. Nimz, G. Hitze, *Cellulose Chem. Technol.* **14** (1980) 371.
32. Zavarin, *The Chemistry of Solid Wood*, Am. Chem. Soc., Adv. In Chem. Ser. **207** (1984) 349.
33. P. Pulkkinen and L. Suomi-Lindberg, *State of the Art-Report, COST-Action E13, Part I*, European Commission, Brussels, Belgium, 2002.
34. T.F. Shupe, C.Y. Hse, and W.H. Wang, *Proc. Forest Products Society Annual Meeting*, Marida, Mexico, 1998, p. 132.

35. Elbez, *Proc. Wood-Based Composite Products CSIR Conference*, Pretoria, South Africa, 1985.
36. P.E. Humphrey and S. Ren, *J. Adhesion Sci. Technol.* **3** (1989) 397.

Chương XV

1. F.H. Bair, *Adhesives Age*, **2** (1998) 20.
2. J.J. Bikerman, *J. Colloid Sci.*, **2** (1987) 174.
3. R. Garcia, A. Pizzi, *J. Appl. Polym. Sci.* **70**(6) (1998) 1111.
4. Stephanou, *J. Appl. Polym. Sci.* **49** (1993) 2157.
5. Kamoun, A. Pizzi, *Holzforschung Holzverwertung* **52**(1) (2000) 16.
6. Pizzi, M. Beaujean, C. Zhao, M. Properzi, and Z. Huang, *J. Appl. Polym. Sci.* **84** (2002) 2561.
7. B.F. Goodrich Chemical Company, Service Bull H4, *Hycar Phenolic Blends*, Sept., 1950.
8. H.C. Engel, *Improved Structural Adhesives for Bonding Metals*, WADC Tech., June, 1992, 52-156.
9. R.K. Humke, *Product. Eng.*, **29** (1988) 56.
10. R.W. Martin, *The Chemistry of Phenolic Resins*, New York, John Wiley & Son Inc., 1956, p. 206.

Chương XVI

1. J.E. Rutzler and R.L. Savage, *Adhesion and Adhesives*, New York, John Wiley & Son, Inc., 1994, p. 84.
2. J.F. McCabe, *Appl. Dental Mater.* **7th** (Ed.), Blackwell, London, 1990.
3. H.J. Wilson, J. McLean, and D.Brown, *Dental Materials and Their Clinical Appl.*, British Dental Association, London, 1988.
4. N.A. de Bruyne, *Aircraft Engineer*, **167** (1989) 51.
5. F. Moser, *Plastic Technol.*, **2** (1996) 799.
6. W.A. Weyl, *Proc. Amer. Soc. Testing Materials*, **46** (1996).

Chương XVII

1. D. Achatz, G. Kurtting, *Sonderdokumentationsreihe* 13 (1991).
2. F. Altenfeld, *Preprints, Euradh '92*, Dechema, Frankfurt am Main, Germany (1992).
3. O. Altmann, *Adhesion* **3** (1991).

4. S. Bistac, M.F. Vallat, J. Schultz, Preprints, Euradh '92, Dechema, Frankfurt am Main, Germany (1992).
5. B. Burchardt, *Konstron.* **25** (1989).
6. E.H. Cordes, Congress Proc. Swiss Bonding 1991, Verlag IKD, Bietigheim-Bissingen, Germany, 1991.
7. J. Daniels, *Intern. J. Adhesion Adhesives* **4**(1) (1984).
8. C. Haberer, *Adhesive Bonding of Plastics to Metal in the Automotive Industry. Science and Technology*, Industry-University Short Course Program, CEI Europe, 1984.
9. K. Park, S.L. Cooper, and J.R. Robinson, *Hydrogels in Medicine and Pharmacy*, CRC Press, Boca Raton, Fla., 1986.
10. H. Park and J.R. Robinson, *J. Controlled Release* **2** (1985) 47.
11. H. Schachter and D. Williams, *Advances in Experimental Medicine and Biology* **144** (1982) 3.
12. K. Park and J.R. Robinson, *Intern. J. Pharm* **19** (1984) 107.
13. J. Britton, *Adhesives Age* (1998).
14. M. Edward, *Handbook of Adhesive and Sealants*, McGraw-Hill, 2000.
15. H. Smith, E. Smit, *Adhesives Age* (2000) 35.
16. Benedek and L.J. Heymans, *Pressure-Sensitive Adhesives Technology*, Marcel Dekker, Inc., 1997.
17. B. Hunt, *Labels and Labeling International*, May/ June 1999, p. 33.
18. The ChemQuest Group, Inc., *The US. Adhesive Industry 1996-2006*, Cincinnati, Ohio (1997).
19. General Motor, Inc., *General Motors Engineering Standards*(1992).
20. L.M. Sherman, *Plastics Technology*, **45**(6) (1999) 52.
21. Z.S. Petrovic, I. Javni, A. Waddon, and G. Banhegyi, *J. Appl. Polym. Sci.*, **76**(2) (2000) 133.
22. *Plastics Technology*, **45**(1) (1999) 26.
23. J. Schwartz, *Adhesives Age*(2000) 29.
24. A.S. Hay, H.S. Blanchard, G.F. Endres, and J.W. Eustance, *J. Am. Chem. Soc.*, **81** (1959) 6335.
25. D.M. White, *Polyetes in Encyclopedia of Chemical Technology*, **19**, John Wiley & Son, New York, 1996, 678.
26. G.R. Himes, D.R. Hansen, S.L. Fulton, *Adhesives Age* (1997) 28.
27. J. Britton, *Adhesives Age* (1998) 23.
28. Swarup, Shanti and K. Clifford, *Progress in Organic Coatings* **23** (1993) 1-22.

29. S.P. Morell, *Adhesives Age* (1981) 23.
30. G.H. Stuart, *Adhesives Age* (1999) 16.
31. L.J. Bernard, *PSTC Tech. XXI Proceeding*, (1998) **15**.
32. G.P. Marks and A.C. Clark, *ACS. Polymer Preprints* **39**(1) (1998) 621.
33. D.G. Peiffer, M.W. Kim, and J. Kaladas, *Polymer*, **29** (1988) 716.
34. R.L. Schild and M.S. El-Aasser, *Emulsions, Latices, Dispersions*. Marvin N. Dekker, New York, 1978, p. 99.
35. J.W. Rosthauser and K. Nachtkamp, *Advances in Urethane Science and Technology*, **10**, 1987, 121.
36. D.J. Hourston, G. Williams, R. Satguru, *Appl. Polym. Sci.*, **16** (1997) 2035.
37. R.A. Miller and S.E. George, *J. Adhesive and Sealant Council*, 26(1) (1995) 209.
38. R.A. Miller, G. Althen, *Adhesives Age* (1997) 63.
39. H.F. Brinson, *Adhesives and Sealant*, **3**, ASM International (1990).
40. J.K. Hoyt, *MS. Thesis, Virginia Tech.* (1999).
41. L.C. Yanyom F.N. Kelley, *Rubber Chem. Tech.*, **60** (1987) 78.
42. K.L. Mittal and A. Pizzi, *Adhesion Promotion Techniques, Technological Applications*, Marcel Dekker, Inc., New York, 1999.
43. L.H. Lee, *Fundamentals of Adhesion*, Plenum Press, New York, 1991.
44. A.V. Pocius, *Adhesion and Adhesives Technology: An Introduction*, Hanser Publishers, New York, 1997.
45. T. Mach, *Adhesives Age* (2000) 44.
46. J.S. David, *Adhesives Age*(2001).
47. G. Holden, N.R. Legge, and R. Quirk, *Styrenic Thermoplastic Elastomers*, 2nd Ed., Hanser Publishers, New York, 1996.
48. Sheist, *Handbook of Adhesives*, 3rd (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
49. Paiva, N. Sheller, M.D. Foster, *Macromolecules*, **34** (2001) 2269.
50. H.J. Kim, H.J. Mizumachi, *J. Applied Polymer Science*, **58** (1995) 1891.
51. D. Hariharan and R. Bradel, *US. Pat.* **5**, (1999) 916-968.
52. D. Chen, J. Pascault, *Polymer International* **33** (1994) 263.
53. *Handbook Adhesives. Third Edition*, I. Skeist, Van Nostrand Reinhold Co.(Ed.) (1990) 239.

54. Pizzi; K.L. Mittal, *Handbook of Adhesive Technology*, Printed in the United States of America, 2003.
55. M.F. Vallat and M. Nardin, *J. Adhesion* **57** (1996) 115.
56. R.J. Good, M.K. Chaudhury, and C.J. van Oss, *Fundamentals of Adhesion*, Plenum Press, New York, 1991.
57. K.L. Mittal and A. Pizzi, *Adhesion Promotion Techniques: Technological Applications*, Marcel Dekker, New York, 1999.
58. T.B. Lloyd, *Colloids Surfaces A* **93** (1994).
59. M.B. Kaczinski and D.W. Dwight, *J. Adhesion, Sci. Technol.* **7** (1993) 165.
60. L.P. Buchwalter, *Mittal Festschrift on Adhesion Sci. Technol.*, VSP, Utrecht (1998) 657-671.
61. F.M. Fowkes, F.L. Riddle, Jr., W.E. Pastore, and A.A. Weber, *Colloids Surfaces* **43** (1990) 367.
62. D.R. Lloyd, T.C. Ward, and H.P. Schreiber, *Inverse Gas Chromatography: Characterization of Polymers and Other Materials*, ACS Symposium Series No. 319, American Chemical Society, Washington DC, 1989.
63. V. Lavaste, J.F. Watts, M.M. Chehimi, and C. Low, *Int. J. Adhesion Adhesives*, **20** (2000) 1.
64. F. Bodino, N. Compiegne, L. Kurhler, J.J. Pireaux, and R. Caudano, *Proceedings of the 20th Annual Meeting of the Adhesion Society* (1997) 41-44.

BẢNG KÝ TỰ VIẾT TẮT

CMC:	Cacboxyl metyl xenlulo
SBR:	Cao su styren butadien
GMP:	p-quinon dioxim
“Pentalyn” K:	dẫn xuất của nhựa thông
NBR:	Cao su nitrin
CR:	Polyvinyl clorua
PKL:	Phần khối lượng
COX-NBR:	Cao su nitrin cacboxylat hóa
Tg:	Nhiệt độ thủy tinh hoá
Tm:	Nhiệt độ nóng chảy
Chất xúc tiến 808:	Chất xúc tiến đóng rắn
Chất xúc tiến 833:	Chất xúc tiến đóng rắn
PDMS:	Polydimetyl siloxan
MPDMS:	Polydimetyl siloxan biến tính
PMS:	Phenyl metyl siloxan
DPS:	Diphenyl siloxan
VMS:	Vinyl metyl siloxan
TFP:	Triflo propyl
FMS:	Flometyl siloxan
RTV:	Nhựa đóng rắn nhiệt độ phòng độ nhớt thấp
LSR, LIM:	Nhựa đóng rắn nhiệt độ cao độ nhớt thấp
HTV, HCE:	Nhựa đóng rắn nhiệt độ cao độ nhớt cao
DETA:	Dietylen triamin
TETA:	Trietylen tetramin
DEAPA:	Dietyl aminpropyl amin
DMP 30:	Tris(dimetyl amino metyl) phenol
MPDA:	Metaphenylen diamin
MDA:	Metylen dianilin

PA:	Phtalic anhydrit
HET:	Clorendic anhydrit
NMA:	“Nadic” metyl anhydrit
BDMA:	Benzyl dietyl amin
DMAPA:	Dimetyl amino propyl amin
PVA:	Polyvinyl ancol
PS:	Polystyren
BD:	Butadien
PVAc:	Polyvinyl axetat
DBM:	Dibutyl maleat
EHA:	Etyl hexyl acrylat
TLPT:	Trọng lượng phân tử
PVE:	Polyvinyl ete
PVM:	Polyvinyl metyl ete
PVI:	Polyvinyl isobutyl ete
PE:	Polyetylen
PSA:	Keo dán nhạy áp
KLP:	Polyme lỏng
MEK:	Metyl etyl xeton
MIBK:	Metyl isobutyl xeton
DOP:	Dioctyl phtalat
PMMA:	Polymetyl metacrylat
CA:	Xenlulo axetat
CAB:	Xenlulo axetat butylrat
DEAPA:	Dietyl amino propyl amin
PU:	Polyurethan

Chịu trách nhiệm xuất bản

Chủ tịch Hội đồng biên tập: GS.TSKH Đặng Vũ Minh
PCT Hội đồng biên tập: GS.TSKH Nguyễn Khoa Sơn

Tác giả: PGS.TS Nguyễn Văn Khôi

Thẩm định nội dung:

1. GS. TS Ngô Duy Cường
2. PGS. TS Phan Văn Ninh

Biên tập kỹ thuật: Phạm Thị Hiếu

Trình bày bìa: Nguyễn Bích Nga

In 400 cuốn khổ 16 × 24 tại: Nhà in Khoa học và Công nghệ
GPXB số: 229/QĐ- CXB do Cục Xuất bản Bộ văn hóa thông tin cấp ngày
25 tháng 8 năm 2005.
In xong và lưu chiếu tháng 6 năm 2006

