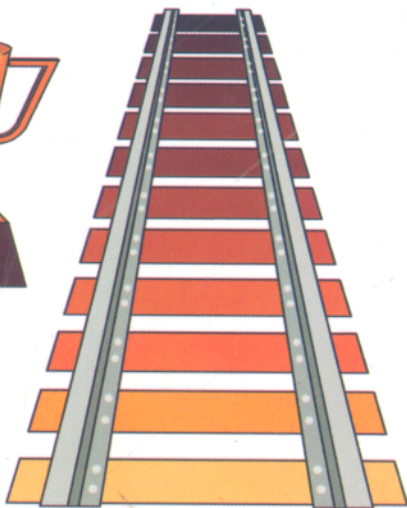


PHẠM QUANG LỘC

KỸ THUẬT ĐÚC



NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

PHẠM QUANG LỘC

KỸ THUẬT ĐÚC

Phạm Quang Lộc

KỸ THUẬT ĐÚC

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI VĂN NGỌI

Biên tập:

NGUYỄN HÙNG

Trình bày:

MINH DIỄN

Sửa bản in:

THUY KHÁNH

In 1.000 cuốn, khổ 14,5x20,5cm. Tại Xi nghiệp In Bền Trại 80
đăng kí kế hoạch xuất bản 68/307 CXB cấp ngày 28/04/99.
In xong và nộp hết chi phí tháng 04 năm 2000

NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

KĨ THUẬT ĐÚC

Phạm Quang Lộc

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI VĂN NGỢI

Biên tập:

NGUYỄN HÙNG

Trình bày:

MINH DIỄN

Sửa bản in:

THỤY KHÁNH

In 1.000 cuốn, khổ 14,5×20,5cm. Tại Xí nghiệp In Bến Tre. Số
đăng kí kế hoạch xuất bản 68/307 CXB cấp ngày 25/04/99.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 04 năm 2000.

Lời nói đầu

Hiện nay trên thế giới kỹ nghệ đúc kim loại vẫn phát triển dù rằng có kỹ nghệ đúc chất dẻo và rèn đập cạnh tranh. Các công trình nghiên cứu về công nghệ mới, máy móc mới để cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất đúc vẫn đang được đẩy mạnh, nhờ vậy năng suất, chất lượng sản phẩm đúc không ngừng tăng lên.

Ở nước ta, ngành đúc đang bước vào thời kỳ phát triển mới, song trình độ kỹ thuật, trang thiết bị sản xuất còn ở mức thủ công hoặc cơ khí hóa thấp. Nắm được những tiến bộ kỹ thuật và xu hướng phát triển của thế giới, những người làm nghề đúc và các cán bộ lãnh đạo, quản lý, nghiên cứu, v. v... có thể vận dụng các nguyên lý công nghệ sản xuất mới để cải tiến kỹ thuật, đáp ứng nhu cầu trước mắt, đồng thời chuẩn bị phương án xây dựng các xưởng và nhà máy đúc tương lai vừa hiện đại, vừa hợp với điều kiện, khả năng của nước ta.

Mong rằng cuốn sách nhỏ này sẽ góp phần phục vụ các bạn đồng nghiệp và cán bộ các ngành muốn tìm hiểu những tiến bộ và xu hướng phát triển của ngành

đúc - ngành công nghiệp cung cấp khối phẩm cho chế tạo cơ khí và nhiều ngành kinh tế khác.

Tuy nhiên, do trình độ có hạn và khuôn khổ của cuốn sách không cho phép, nên chúng tôi chưa thể trình bày sâu về từng vấn đề kỹ thuật mới, rất mong các bạn đọc lượng thứ cho.

TÁC GIẢ

I

**XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN
CỦA KỸ THUẬT ĐÚC**

Nghề đúc ra đời cách đây khoảng sáu ngàn năm, được coi như là sự kết hợp khéo léo giữa nghệ thuật đồ gốm với thuật luyện kim. Trải qua hàng bao thế kỷ, nghề đúc vẫn mang nặng tính huyền bí cổ truyền. Khoảng một trăm năm gần đây nhờ nhiều ngành khoa học soi sáng, các dụng cụ đo lường ngày càng đầy đủ và chính xác hơn, lại được trang bị cơ khí hóa rồi tự động hóa, nghề đúc mới trở thành một ngành kỹ nghệ có đầy đủ cơ sở lý luận khoa học, chiếm một vị trí xứng đáng, với những bước tiến dài: cuối thế kỷ trước, phải đồ mồ hôi căng bắp thịt người thợ làm khuôn mới đạt năng suất 1 khuôn/giờ; ngày nay với dây truyền tự động hóa, chỉ cần dùng ngón tay ấn nút cũng sản xuất ra 300 khuôn/giờ.

Ở các nước tiên tiến, cùng với sự tiến bộ của ngành chế tạo máy, ngành đúc phấn đấu tạo ra sản phẩm ngày một *bền hơn, chính xác hơn, nhẹ và rẻ hơn*. Để

đạt những mục tiêu đó trong hơn 20 năm phát triển như vũ bão vừa qua, ngành đúc đã đưa vào sản xuất nhiều công nghệ tiến bộ và kỹ thuật mới theo các hướng chính sau đây:

1) Sử dụng những thành tựu mới về hóa hữu cơ, hóa lý và hóa keo, hóa xúc tác để cải thiện chất lượng hỗn hợp cát - đất sét, mở rộng phạm vi dùng chất dính họ silicat (thủy tinh lỏng, xi măng...), dùng nhiều chất dính mới họ hữu cơ, nhất là vào công nghệ làm ruột. Có hỗn hợp cát tốt, đồng thời tăng cường cơ khí hóa và tự động hóa quá trình chuẩn bị hỗn hợp và chế tạo khuôn, nhiều phương pháp làm khuôn mới đã xuất hiện và trở thành phổ biến như:

- khuôn tươi không hòm được đùn ra khỏi máy làm khuôn tự động nối tiếp nhau thành dãy;
- khuôn ép dưới áp suất cao 100 at;
- khuôn tự khô (tự đóng rắn);
- khuôn chảy lỏng tự khô không cần đầm chặt cát, xương đúc khi đó chỉ có máy trộn với hòm khuôn;
- thổi cát hoặc bắn cát vào hộp ruột nóng hay hộp ruột nguội tạo ngay ruột cứng bền, có khi không cần sấy.

2) Tìm kiếm hàng loạt các phương pháp đặc biệt và chế tạo các máy bán tự động hoặc dây truyền tự

động riêng cho các dạng công nghệ mới, nhằm tăng năng suất, tăng độ chính xác và cả độ bền của vật đúc như :

- các phương pháp đúc trong khuôn vỏ cứng;
- đúc trong khuôn kim loại có áo vỏ cát cứng;
- đúc liên tục thẳng đứng hoặc nằm ngang;
- đúc áp lực thấp;

đã được dùng rộng rãi mang lại hiệu quả kinh tế lớn. Nhiều phương pháp đúc mới khác dựa vào tiến bộ của các ngành vật lý, hóa lý... đang được nghiên cứu phát triển như:

- đúc hút chân không;
- đúc dập lỏng,
- làm khuôn theo phương pháp V dùng cát trắng, màng chất dẻo và chân không;
- đúc trong khuôn từ dùng bi sắt và từ trường;
- đúc thixo dùng kim loại ở trạng thái nửa lỏng nửa đặc và đúc compo nha hạt rắn như Al_2O_3 , SiC, TiC, sợi thủy tinh vào kim loại lỏng;
- đúc trong khuôn dùng mẫu chảy, loại khuôn rót kim loại đến đâu mẫu biến đi đến đấy.

3) Bằng cách tinh luyện, hợp kim hóa, biến tính

tạo ra những hợp kim đúc mới có nhiều tính chất tốt (bền cao, chịu mài, chống va đập, chịu mài mòn, ăn mòn...). Ví dụ điển hình là gang graphit cầu, cơ tính tương tự thép, có nhiều mặt còn tốt hơn, giá thành rẻ, phát sinh năm 1948, bắt đầu phát triển nhanh từ 1959 nhưng tới 1971 ở nhiều nước sản lượng gang cầu đã vượt sản lượng gang dẻo và thép đúc. Nhờ biến tính gang xám graphit tấm có thể nâng cao độ bền tới $50daN/mm^2$, gang dẻo ngày nay đã rút ngắn được thời gian ủ từ trên trăm giờ xuống còn khoảng chục giờ. Thép cũng được tăng chất lượng nhờ biến tính bằng các nguyên tố đất hiếm. Hợp kim silumin với hàm lượng Si cao tới 18 - 20% qua biến tính sẽ chống mài mòn tốt, dẫn nở nhiệt ít, hiện được dùng nhiều.

4) Cải tiến và hoàn thiện thiết bị nấu luyện theo hướng rút ngắn thời gian nấu, phát triển dùng năng lượng điện, tăng cường lọc bụi và khí độc để bảo vệ môi trường sống. Lò đứng được hoàn thiện nhưng số lượng giảm đi; các loại lò điện được dùng ngày một nhiều để nấu riêng hoặc nấu kép (duplex): lò điện hồ quang công suất siêu cao (lò U.H.P), lò nổi cảm ứng các kiểu với tần số thường (50 héc) và tần số cao, lò cảm ứng có lõi.

Với nhiên liệu sạch và điện năng, chất lượng kim loại lỏng đã tốt hơn. Nếu kết hợp dùng môi trường khí hiếm, dùng chân không, siêu âm, áp suất cao, sử dụng

trường điện từ thì có thể nâng cao chất lượng kim loại lỏng, vận chuyển kim loại lỏng bằng lực điện từ, tự động hóa khâu rót khuôn, giảm rỉ, ngót, khí, xỉ khi đúc. Lò nôi graphit dùng nhiên liệu lỏng cũng được hoàn thiện để đốt cháy hoàn toàn, nấu nhanh và rẻ hơn cả lò cảm ứng.

Ngoài ra còn những phương pháp nấu luyện hiện đại khác dùng đúc các hợp kim siêu sạch có độ bền độ dẻo cao, các hợp kim chịu nóng, hợp kim có hoạt tính cao. Ví dụ:

- Nấu đúc bằng phương pháp điện xỉ đảm bảo vật đúc có chất lượng tốt hơn cả vật rèn;

- Nấu theo phương pháp skull không cần dùng nôi bằng vật liệu chịu nóng, nhờ dòng điện vài ngàn ampe làm kim loại bên trong chảy lỏng đạt được 2500 độ C mà vỏ ngoài vẫn ở thể rắn;

- Nấu trong lò "plasma nhiệt độ thấp" đảm bảo độ sạch cao;

- Tạo gra điện nhiệt độ cực lớn (100 độ C/cm) nhưng lại duy trì tốc độ kết tinh cực nhỏ (vài mm/phút) để có thể tạo nên những tinh thể dạng sợi rất khác thường, có cơ tính và tính chịu nhiệt đặc biệt tốt, nhờ đó sản phẩm đúc ra có tổ chức của vật liệu tập hợp, có độ bền siêu cao. Ví dụ cánh tuabin phản lực đúc bằng hợp kim nền coban trong có sợi tantan cacbit

cỡ 1 micrôn tương tự bê tông có cốt sắt, hợp kim có độ dẻo cao khác thường, lại rất rắn, chịu nóng rất tốt.

Ngoài những tiến bộ kỹ thuật theo các hướng đã nêu trên, ngành đúc còn sử dụng nhiều thành tựu của cách mạng khoa học kỹ thuật trên thế giới trong thời gian gần đây như:

- Máy tính điện tử đã được dùng phổ biến ở hàng trăm xưởng đúc để điều khiển quá trình nấu luyện kiểm tra vật liệu và quản lý sản xuất.

- Trong việc tự động hóa quá trình sản xuất đúc người ta đã sử dụng nhiều loại cơ cấu tự động hóa và cả người máy thay công nhân thao tác nơi nóng độc để đảm bảo sản xuất liên tục với năng suất cao.

- Phân tích và kiểm tra nguyên vật liệu cũng như sản phẩm đúc bằng siêu âm, nhiễu xạ tia X, kính hiển vi điện tử, cộng hưởng sóng âm.

Dưới đây xin giới thiệu một vài số liệu về sản lượng đúc ở thế giới: tổng sản lượng đúc thế giới năm 1973 là 77 triệu tấn, cụ thể xem *bảng 1*.

Bảng 1: Vài số liệu về sản lượng đúc ở một số nước trên thế giới

	Tổng sản lượng ngàn tấn	Gang xám		Gang cầu		Gang dẻo		Thép		Hợp kim màu	
		ngàn tấn	%	ngàn tấn	%	ngàn tấn	%	ngàn tấn	%	ngàn tấn	%
Liên xô	23000	15847	68,9	253	1,1	690	3,0	5290	23	920	4,0
Hoa kỳ	19866	13464	67,7	2033	10,3	934	4,7	1721	8,7	1709	8,6
Nhật	7773	4497	57,3	1268	16,3	486	6,3	907	11,7	615	7,9
Tây Đức	4949	3424	69,2	496	10,0	260	5,3	312	6,3	457	9,2
Anh	4000	2833	70,8	406	10,1	207	5,2	255	6,4	299	7,5
Pháp	3080	1907	61,8	547	17,8	106	3,4	240	8,2	271	8,8
Balan	2312	1970				61	3,2	342	7,1	319	16,5
Ytalia	1938	1337	69,0	85	4,4	30		136	62		
Triệp khác	1511	1058	71,2	18		71	5,4	135	10,2	153	11,5
Tây ban nha	1326	945	71,2	22	1,7	49	3,7	206	15,6	66	5,0
Canada	1324	865	65,3	138	10,4	23		204			
CHDC Đức	1157	939				23		88	9,4	45	4,8
Bradin	939	642	68,4	147	12,4	47	5,0	85	10,6	64	7,9
Úc	806	600	74,4	32	4,0	25	3,1	162			
Rumani	741	579				17	3,4	34	6,7	37	7,3
Thụy điển	506	375	74,1	43	8,5	4	1,0	87	20,0	18	1,0
Bỉ	438	323	73,5	6	1,5			50			
Hungari	331	281									

Theo (25): Sản lượng t/1m² xưởng đúc - năm ở Liên Xô; 2,6 (với gang) 1,5t (với thép).

Sản lượng t/1 công nhân viên xưởng - năm ở Liên Xô 41 (chung), 52,6 (với gang) 31,9 (với thép).

Hoa kỳ 53 "

Nhật bản 40 "

TIỀN BỐ CỦA CÔNG NGHỆ ĐÚC TRONG KHUÔN CÁT

1. Khuôn cát vẫn giữ vai trò quan trọng

Đúc trong khuôn cát là một phương pháp tạo hình đã lâu đời, nhưng cho tới ngày nay vẫn còn chiếm vị trí quan trọng trong kỹ nghệ đúc: 90% sản lượng vật đúc của thế giới sản xuất bằng khuôn cát, phần còn lại do khuôn kim loại và các dạng đúc đặc biệt khác. Khuôn cát được dùng nhiều vì dễ chế tạo, rẻ, vốn đầu tư ít. Thêm nữa khuôn cát lại rất vạn năng, có thể dùng đúc vật nhỏ từ 10g cho tới vật lớn có khối lượng hàng trăm tấn, có thể dùng đúc bất kỳ hợp kim nào: thép, gang cầu, gang xám, đồng thanh, đồng thau, hợp kim niken, hợp kim nhôm, magê...

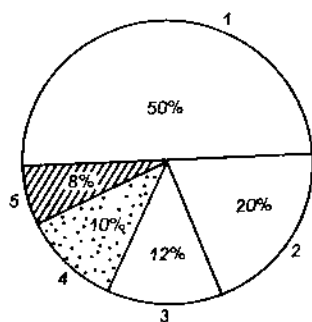
Người ta thường vẫn cho rằng đúc trong khuôn cát năng suất không cao, vật đúc lại kém chính xác (thường không vượt quá cấp chính xác 3); muốn có độ chính xác cao hơn phải gia công cơ thêm. Điều đó đúng đối với khuôn cát - đất sét thông thường, làm bằng tay. Những năm gần đây nhờ sử dụng các hỗn hợp cát có thành phần và tính chất mới, nhờ đẩy mạnh cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất đúc nên năng suất đúc

tăng nhiều, chất lượng vật đúc cũng được cải thiện, độ chính xác cao hơn. Đúc trong khuôn cát làm trên máy nhất là những máy ép áp lực cao đã có thể cạnh tranh cả với một số phương pháp đúc đặc biệt về độ chính xác và độ nhẵn bề mặt vật đúc.

Một điều cần khẳng định là ngày nay khuôn cát vẫn giữ vai trò quan trọng (hình 1).

Khuôn tươi: Dùng hỗn hợp cát - đất sét là dạng khuôn phổ biến nhất trong sản xuất lớn. Khuôn tươi không cần sấy nên rẻ, ít nứt vỡ, không gây nên nứt nóng ở vật đúc, dễ phá dỡ, chu kỳ sản xuất ngắn, dễ cơ

khí hóa để đạt năng suất cao. Nhưng do nhiều ẩm, độ bền thấp, nhất là độ bền ở bề mặt nên khi đúc vật lớn dễ gây rỗ khí, vỡ cát, biến dạng kích thước vật đúc làm giảm độ chính xác, tăng khối lượng (vật đúc nặng thêm). Gần đây nhờ có các biện pháp nâng cao chất lượng đất sét và dùng máy làm khuôn áp lực cao nên đã hạn chế được các nhược điểm nói trên. Dùng khuôn tươi



Hình 1. Tỷ lệ các công nghệ khuôn trong sản xuất đúc kim loại : 1/ khuôn cát tươi; 2/ khuôn cát khô; 3/ khuôn cát tự đông rắn (khô nhanh); 4/ khuôn kim loại; 5/ khuôn đúc đặc biệt khác

rất lợi, ruột tươi ít được dùng tới 60000 ruột tươi/ ngày) nhưng phải kiểm tra hỗn hợp cát chặt chẽ về cỡ hạt của cát, chất lượng đất sét và độ ẩm.

Khuôn khô : Dùng hỗn hợp cát - đất sét, làm xong phải đem sấy ở nhiệt độ khoảng 150 - 400 độ C từ 8 đến 48 giờ, đảm bảo cho bề mặt có lớp cát đã sấy khô dày trên 12mm hoặc khô hoàn toàn cả khuôn. Khuôn khô bền hơn, dùng cho vật đúc lớn, kích thước ít biến động, chất lượng vật đúc khá hơn do ít bị tật rỗ khí, vỡ cát; bề mặt vụn đúc đẹp hơn nhờ có lớp sơn khuôn. Do phải sấy tốn thời gian, tốn nhiều liệu nên giá thành cao, chu kỳ sản xuất dài, tốn nhiều hòm khuôn, khuôn sấy xong thường hay có nứt ở bề mặt, thêm nữa do bền cao quá khi đúc cũng dễ gây nứt nóng. Đối với khuôn khổ, cỡ hạt cát thường cho phép to hơn, không khống chế chặt chẽ, lượng đất sét nhiều hơn và lượng ẩm cho phép trong hỗn hợp cao hơn. Song chính cũng vì thế, dùng khuôn khô vẫn có thể gây rỗ ở vật đúc nếu chủ quan không sấy kỹ hoặc sấy xong để quá lâu vài ngày mới rót, khuôn hút ẩm trở lại tạo khí nhiều.

Hiện nay ở các xưởng đúc của ta thường phải dùng khuôn khô nhiều, kể cả đối với vật đúc cỡ trung bình, cỡ nhỏ, tỷ lệ khuôn tươi trên tổng số khuôn đúc ở xưởng thường không lớn. Một phần vì chúng ta chưa nâng cao được chất lượng hỗn hợp cát làm khuôn, ít chú ý

đến cơ khí hóa công việc chuẩn bị hỗn hợp cát và chế tạo khuôn, mặt khác cũng do tình hình nguyên vật liệu làm khuôn chưa đáp ứng được yêu cầu của kỹ thuật tiên tiến: cát có cỡ hạt quá lớn, đất sét phải dùng nhiều do khả năng dính kết kém, mà nhiều đất sét thì sẽ kèm theo nhiều nước. Trong hoàn cảnh đó dùng khuôn khô có một lớp sơn bền ở bề mặt và qua sấy thì dễ đảm bảo chất lượng vật đúc và ổn định sản xuất hơn.

Tương lai rất gần đây, khi tiến vào sản xuất lớn chúng ta phải phấn đấu nâng cao năng suất làm khuôn, do đó phải giảm tỷ lệ khuôn khô, tăng tỷ lệ khuôn tươi đối với những mặt hàng đúc cỡ nhỏ sản lượng lớn. Với mặt hàng cỡ trung bình và lớn cũng nên chuyển sang dùng dạng khuôn cát đất sét sấy bề mặt hoặc khuôn tự đông rắn dùng những chất dính khác (ximăng, thủy tinh lỏng...) cho độ bền cao hơn mà lại không cần sấy hoặc chỉ sấy trong thời gian rất ngắn.

Khuôn sấy bề mặt có nhiều ưu điểm: vẫn đảm bảo độ bền cao nhưng lại dễ phá dỡ, thời gian sấy ngắn nên có thể dùng trong dây chuyền đúc. Tuy vậy vẫn cần lưu ý rằng khi sấy ngay phía sau lớp cát đã khô ở bề mặt sẽ hình thành vùng ngưng tụ hơi nước có độ ẩm cao hơn độ ẩm trung bình của khuôn; do đó làm lớp cát khô ở bề mặt có thể hút ẩm trở lại dễ dàng. Vì thế khuôn sấy bề mặt xong cần bố trí rót ngay như

thể chỉ cần sấy khô vài *cm*. Thêm nữa, khuôn sấy bề mặt nên có hỗn hợp cát gắn thành phần của hỗn hợp khuôn tươi, nhất là độ ẩm phải khống chế chặt chẽ. Thực tế những khuôn sấy bề mặt nếu có chiều sâu lớp cát khô nhỏ hơn 12mm thì cũng được liệt vào khuôn tươi.

Những dạng khuôn tự đông rắn khác (khuôn thủy tinh lỏng - CO_2 , khuôn ximăng, khuôn cát dầu không sấy, khuôn furan không sấy...) coi như dạng khuôn khô vì chứa rất ít nước (<1%). Dạng khuôn này có rất nhiều ưu điểm:

- Bền cao nên thành khuôn có thể mỏng, có khi không cần hòm, khối lượng cát khuôn giảm nhiều.
- Hỗn hợp cát có độ chảy cao nên khi chế tạo giảm được công đầm chặt cát, năng suất làm khuôn cao.
- Kích thước chính xác hơn khuôn tươi.
- Chất lượng vật đúc tốt hơn: ít khuyết tật, bề mặt nhẵn bóng.

Tuy vậy cũng có nhược điểm là hỗn hợp cát dùng cho các dạng công nghệ làm khuôn này thường đắt do giá thành chất dính cao và thường trộn xong không thể để đợi chờ lâu, phải đem dùng ngay vì tuổi xuân¹ ngắn.

(1) Tuổi xuân hỗn hợp là thời gian chờ đợi cho phép dài nhất tính từ lúc trộn xong tới khi đem làm khuôn, quá thời gian này hỗn hợp khô rời làm khuôn sẽ kém bền hoặc không dính nữa.

Xu hướng của những năm gần đây là tăng cường dùng khuôn ruột ghép từ nhiều mảnh nhỏ (khuôn mỏng thành, ruột rỗng), chế tạo bằng hỗn hợp tự đông rắn và đông rắn nhanh; khuôn tươi và khuôn khô dùng cát, đất sét cũng sử dụng ruột rỗng, thành mỏng làm bằng hỗn hợp cát tự đông rắn đảm bảo chế tạo ra vật đúc chính xác hơn, dễ phá vỡ làm sạch nhanh hơn.

2. Nhưng hỗn hợp cát mới chất lượng cao.

HOẠT HÓA¹ ĐẤT SÉT BENTÔNIT ĐỂ TĂNG CHẤT LƯỢNG

Trong khuôn cát, loại khuôn dùng hỗn hợp cát, đất sét vẫn là phổ biến nhất. Hỗn hợp cát đất sét rẻ tiền, có thể dùng lại nhiều lần vì chỉ có một lớp cát ngay bề mặt vật đúc bị biến chất.

Trước đây, chủ yếu người ta dùng cát thiên nhiên hỗn hợp cát do thiên nhiên tạo thành (như cát Phương Mỹ - Thủy Nguyên Hải Phòng) trong đó lượng sét có thể nhiều tới 20%, cỡ hạt cát thường nhỏ mịn, dùng đúc hàng nhỏ cho mặt nhẵn đẹp. Cát thiên nhiên ngày một ít dùng và cũng chỉ sử dụng cho mặt hàng nhỏ ở xưởng đúc gang, đúc hợp kim màu thủ công. Nhiều khi người ta cũng dùng cát thiên nhiên pha thêm vào cát tổng hợp.

(1) Hoạt hóa : tăng tính hoạt động, tăng hiệu suất sử dụng (đối với đất sét là tăng tính dẻo dính)

Cát tổng hợp là hỗn hợp cát pha trộn tại xưởng bao gồm cát sạch, đất sét và một số chất phụ; đảm bảo cho hỗn hợp có chất lượng cao hơn cát thiên nhiên. Các xưởng đúc có trình độ cơ khí hóa cao thường dùng cát tổng hợp cho khuôn tươi, khuôn khô. Muốn nâng cao chất lượng những loại hỗn hợp cát tổng hợp này phải chú ý tới thành phần và chất lượng nguyên liệu, mặt khác phải coi trọng khâu trộn hỗn hợp:

Về cát: hàng nhỏ dùng cỡ hạt bé 0,1-0,2mm, hàng lớn dùng cỡ hạt tương đối to và gồm nhiều cỡ khác nhau để có hạt mịn nhỏ xen vào kẽ hở của hạt lớn làm cho độ bền tốt hơn, mặt vật đúc nhẵn bóng hơn. Cái cũ (hỗn hợp cát đã qua đúc) nên dùng lại để tiết kiệm nhưng phải thêm cát mới và thêm đất sét để phục hồi chất lượng. Cát cũ đã qua rửa cho hết bụi và đất sét (cát tái sinh) có thể dùng thay cho cát mới, rẻ hơn và có phân tốt hơn.

Về đất sét và nước hỗn hợp cát cần đảm bảo đủ bền và đủ dẻo để dễ làm khuôn nhưng lại cần hạn chế nước (độ ẩm) ở mức thấp nhất, muốn thế phải dùng ít đất sét và chọn loại có chất lượng tốt. Ở các nước tiên tiến, đối với hỗn hợp cát khuôn tươi, chủ yếu người ta dùng đất sét bentonit, rất dẻo cho độ bền cao mà số lượng dùng chỉ cần ít (khoảng 4-6% khối lượng hỗn hợp).

Về chất phụ: đối với hỗn hợp cát tổng hợp người

ta rất chú ý tới chất phụ, cho thêm vào để tăng độ bền bề mặt khuôn hoặc hạn chế các tật đúc khác. Ví dụ khi đúc thép thường cho thêm dextrin (bột hồ) để thêm dẻo và tăng bền bề mặt khuôn tươi; khi đúc gang thêm tới 2% bột than (có lượng chất bốc cao) để làm cho bề mặt vật đúc nhẵn đẹp; với ruột và khuôn khô thêm mùn cưa để tăng khả năng dễ phá dỡ, tránh nứt.

Ở nước ta hỗn hợp cát, đất sét tổng hợp đã được dùng ở một số nhà máy lớn nhưng chất lượng còn kém do:

- Chưa chú ý đến kỹ thuật nghiền trộn.
- Cát cung cấp không đúng cỡ hạt (thường quá lớn), khó dùng cho khuôn tươi, với khuôn khô cũng phải có thêm lớp sơn tốt mới hạn chế được cháy cát.
- Đất sét chất lượng kém nên lượng dùng quá nhiều kèm theo nhiều nước dễ gây nên rỗ khí và các tật đúc khác, do đó ít có điều kiện dùng khuôn tươi với vật đúc cỡ trung bình và cỡ lớn.

Riêng về đất sét phải nói rằng những xương đúc của ta ít chú ý đến bản chất khoáng vật của đất sét mua về dùng. Trong lúc đó ở nhiều nước người ta quy định chỉ dùng đất sét có độ dẻo dính cao (bentônit) để pha trộn với cát tạo hỗn hợp cát, đất sét bền, ít nước; thêm nữa người ta còn đặc biệt chú ý nghiên cứu nâng

cao chất lượng hỗn hợp cát, đất sét bằng cách *hoạt hóa đất sét và dùng thêm chất phụ hữu cơ*.

Đất sét là một loại khoáng vật có dạng hạt nhỏ li ti, mỗi hạt sét là một lá cực mỏng bề ngang chỉ chừng 0,01-1 micrôn. Khi có nước những hạt sét được màng nước bao quanh sẽ liên kết với nhau giống như những tấm kính áp sát nhau có màng nước xen giữa (bền, có thể trượt dịch). Khối đất sét, nước vừa dẻo vừa dính. Hạt đất sét vừa nhỏ, bề mặt hạt sét tích điện càng nhiều (đánh giá bằng khả năng trao đổi cation hấp phụ ở bề mặt thì đất sét càng dẻo dính và khi trộn với cát sẽ cho độ bền cao).

Khi sấy khô, khối đất sét mất lớp nước bao quanh hạt, co lại và bền hơn. Nhưng nếu nung sấy tới nhiệt độ cao quá (từ 400 đến 700° C) đất sét mất nước cấu trúc sẽ biến chất, không còn khả năng hút nước trở lại để hóa dẻo dính.

Ngành đúc thường chú ý ba loại khoáng sét chính sau:

- *Kaolinit* thường gọi là sét cao lanh, có lượng nhôm (Al_2O_3) cao, chịu nóng cao, cỡ hạt lớn, kém dính nên trong hỗn hợp cát làm khuôn phải dùng từ 10-20%.

- *Môn-mô-rilônit* còn gọi là bentônit có lượng nhôm thấp (khoảng 20%) cỡ hạt rất nhỏ, khả năng trao đổi

KỸ THUẬT ĐÚC

cation lại rất lớn nên có độ dẻo dính cao. Lượng dùng trong hỗn hợp cát khuôn chỉ cần 3-5%. Khi dùng sét bentônit tỷ lệ nước/ sét thường cao 1/1 (so với kaolinit chỉ 0,5/1) nhưng do lượng sét dùng ít nên độ ẩm của hỗn hợp cát vẫn nhỏ hơn. Bentônit mất nước cấu trúc ở nhiệt độ cao hơn các khoáng sét khác (550-700 độ C) do đó hỗn hợp cát có sét bentônit dùng bền lâu hơn.

Tốt nhất là loại bentônit natri (có chứa nhiều cation Na^+ ở bề mặt), dẻo dính tốt, cho độ bền cao. Những khoáng sét bentônit chứa canxi có chất lượng kém hơn một ít. Gần đây người ta thường dùng natricacbonat Na_2CO_3 hoặc các chất phụ có chứa cation Na^+ (ví dụ nước bả giấy) cho tác dụng với bentônit canxi làm cho đất sét bền hơn dẻo hơn; người ta gọi đó là *bentônit đã được hoạt hóa bằng Na^+* .

- *Illit* còn gọi là hydrômica, do mica phong hóa tạo nên. Lượng alumin trong illit cũng tương đối thấp. Cỡ hạt của khoáng sét này thuộc loại trung bình. Illit không dẻo dính lắm, cho độ bền ở khoảng giữa kaolinit và bentônit.

Trước kia và hiện nay các xưởng đúc ở miền Bắc nước ta chỉ dùng đất sét khai thác tại địa phương. Nói chung đất sét thuộc vùng đồng bằng Bắc Bộ chủ yếu chứa kaolinit; cũng có nơi chứa nhiều khoáng Illit. Vì thế hỗn hợp cát tổng hợp của ta phải dùng nhiều đất sét mà chất lượng vẫn không tốt.

Trong những năm tới, để nâng cao chất lượng hỗn hợp cát, đất sét chúng ta có thể đi theo hai hướng:

- Dùng thêm chất dính phụ như rỉ đường (mật), nước bã giấy khoảng 1-2% đồng thời giảm lượng đất sét xấu để có thể tăng cả độ dẻo của hỗn hợp, nếu có sấy thêm thì khuôn càng bền, độ ẩm bề mặt khuôn cũng bớt (bentônit hiện đang thăm dò và khai thác ở cao nguyên Trung Bộ và ở Nam Bộ để có thể tăng tỷ lệ khuôn tươi kể cả với đúc thép).

Bảng 2 ghi thành phần hỗn hợp làm khuôn bằng bentônit đang được dùng rộng rãi ở các nước.

Bảng 2 :

Hỗn hợp	Cát một loại	Cát áo	Cát đậm
Cát SiO ₂ mới, %	10	100	—
Cát cũ dùng lại, %	90	—	100
Bentônit, %	0,65	4	0,35
Dextrin, %	0,15	0,5	—
Độ ẩm, %	4,3	4,0	3,5
Độ thông khí	130	150	160
Bền nén tươi, N/cm^2	4,5	4,8	5,2
Bền nén khô, N/cm^2	69	69	76

KHUÔN CAO ÁP

Khuôn tươi tuy có ưu điểm nhưng do độ ẩm cao nên tác hại của vùng ngưng tụ lớn, thành khuôn dễ biến dạng, mặt vật đúc dễ có tật. Khuôn tươi thường chế tạo trên máy dần ép dùng khí nén có áp suất thấp. Từ 1953 người ta đã nghiên cứu thấy rằng nếu dùng áp suất cao với cát làm khuôn thích hợp thì có thể tạo nên những khuôn rất rắn, đảm bảo đúc được sản phẩm có chất lượng tốt hơn:

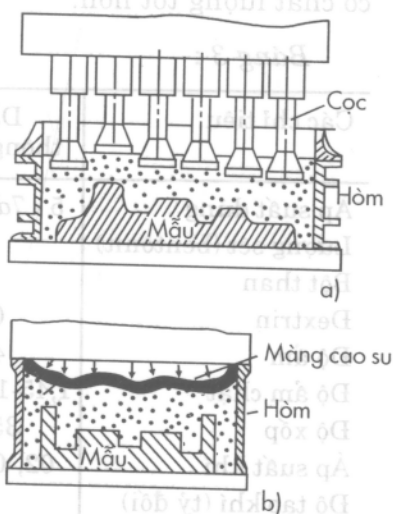
Bảng 3 :

Các chỉ tiêu	Dần ép thông thường	Nén áp lực cao
Áp suất dùng	5 - 7 daN/cm ²	40 daN/cm ²
Lượng sét (bentônít)	5%	10%
Bột than	6%	4%
Dextrin	0,5%	0,2-0,5%
Độ ẩm	4-5%	2 - 3,5%
Độ ẩm chặt	1,45-1,65g/cm ³	1,75-1,85g/cm ³
Độ xốp	35-40%	22-26%
Áp suất khí	0,2-0,6 N/m ²	0,4-1,0 kN/m ²
Độ tạo khí (tỷ đối)	1	0,7
Bền nén (tỷ đối)	1	2-2,5
Nở phình khuôn		
Sau khi rót (tỷ đối)	1	0,2

- Kích thước và khối lượng chính xác.
- Bề mặt nhẵn đẹp, ít tật.

Vài số liệu so sánh ở *bảng 3* sẽ làm sáng tỏ những điều nói trên.

Phương pháp làm khuôn dưới áp suất cao đòi hỏi dụng cụ đắt tiền như: mẫu bằng kim loại bền cứng, nhẵn mặt; hòm khuôn cần rất vững để không biến dạng. Hỗn hợp làm khuôn cần kiểm tra chặt chẽ hơn, nhiều sét ít ẩm hơn so với hỗn hợp cát thường. Dù đã dùng áp lực cao nhưng vẫn có sự chênh lệch về độ bền của bề mặt khuôn theo chiều cao mẫu. Vì thế phải dùng đầu nén nhiều cọc *hình 2a* hoặc đầu nén có màng cao su *hình 2b*, đối với mẫu phức tạp có dần thêm càng tốt. Ngày nay đã có hệ thống máy làm khuôn cao áp với năng suất hàng trăm khuôn giờ.



Hình 2. Chế tạo khuôn cao áp .
a/ đầu nén nhiều cọc;
b/ đầu nén có màng cao su

HỖN HỢP CÁT XIMĂNG TỰ KHÔ

Ximăng pooclan thêm nước trộn với cát tạo nên hỗn hợp cát tự đông rắn dùng cho khuôn cỡ lớn tới 70. Ví dụ có thể dùng thành phần sau đây:

Cát khô (cỡ hạt 02)	84-79%
Ximăng pooclan	7-10%
Chất phụ	4%
Nước	5-7%
Thời gian đông rắn	12-24 giờ
Bền nén sau khi khô	49daN/cm ²

Ưu điểm của hỗn hợp cát - xi măng tự khô:

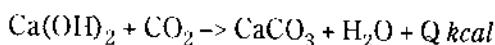
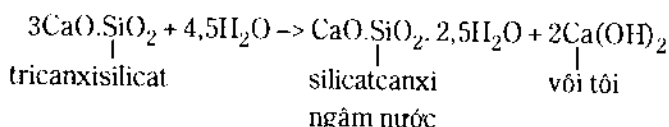
- Dễ giã cát.
- Bền khô cao.
- Thông khí cao.
- Khuôn có độ chính xác cao.

Nhược điểm:

- Bền tươi hơi kém.
- Chịu nóng không cao lắm nên không thích hợp với vật đúc thép có thành dày.
- Độ bền còn lại cao có thể ngăn cản co của vật đúc và khó phá vỡ, vì vậy thường cho thêm chất phụ

hữu cơ như mật mía để tăng tốc độ khô và tăng cường khả năng dễ phá vỡ.

- Thời gian để tự khô trong không khí khá dài có thể tới 48 giờ nếu sấy thêm có thổi hơi nước và khí CO_2 sẽ rút ngắn thời gian đông rắn theo phản ứng:



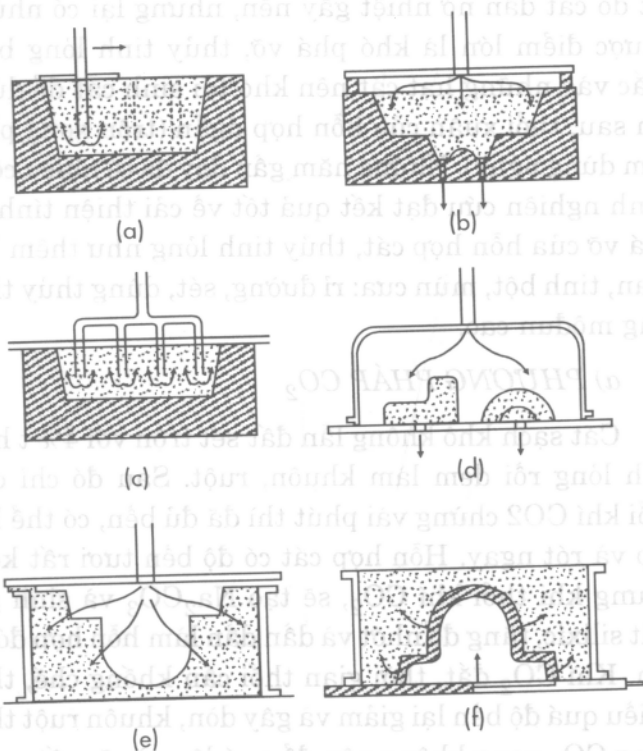
Thành phần hóa học của xi măng thường như sau:

SiO_2	22%	CaO	64,1%
Fe_2O_3	3%	MgO	1,4%
Al_2O_3	5,5%	SO_3	2,1%
		$\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$	1,9%

HỖN HỢP CÁT - THỦY TINH LÔNG KHÔ NHANH

Thủy tinh lông còn gọi là thủy tinh nước hay natri silicat có công thức $(\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O})$ là một loại chất dính đã được dùng trong sản xuất đúc từ ba bốn chục năm nay để làm hỗn hợp cát ruột, cát áo, tạo khuôn khối và khuôn ruột mỏng thành tiết kiệm được vật liệu. Khi dùng thủy tinh lông để làm khuôn thường, ta chọn loại có môđun thấp ($M = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Na}_2\text{O}}$ chỉ khoảng 2).

Phổ biến nhất là phương pháp CO_2 (khô nhanh). Những năm gần đây bớt dùng CO_2 mà dùng các chất đông rắn khác thêm vào thủy tinh lỏng lúc trộn như



Hình 3. Các cách thổi CO_2 để đông rắn khuôn và ruột: a) thổi qua ống xiên vào ruột; b) thổi qua mặt ruột; c) thổi qua chùm ống xiên; d) thổi vào chụp (ruột đã tách khỏi hộp); e) thổi vào mặt khuôn; f) thổi qua thành mẫu.

pherôsilic, đicanxisilicat, este hữu cơ như glycerôltriacetat làm khuôn xong để trong không khí vài giờ khuôn sẽ tự khô. Nói chung hỗn hợp cát, thủy tinh lỏng đều bền cao, không tạo khí nhiều, chống được tạt do cát dãn nở nhiệt gây nên, nhưng lại có những nhược điểm lớn là khó phá vỡ, thủy tinh lỏng bám chắc vào những hạt cát nên khó tái sinh cát để dùng lần sau, tuổi xuân của hỗn hợp ngắn (trộn xong phải đem dùng ngay). Những năm gần đây đã có nhiều công trình nghiên cứu đạt kết quả tốt về cải thiện tính dễ phá vỡ của hỗn hợp cát, thủy tinh lỏng như thêm bột than, tinh bột, mùn cưa: ri đường, sét, dùng thủy tinh lỏng môđun cao.

a) PHƯƠNG PHÁP CO_2

Cát sạch khô không lẫn đất sét trộn với 4% t hủi tinh lỏng rồi đem làm khuôn, ruột. Sau đó chỉ cần thổi khí CO_2 chừng vài phút thì đã đủ bền, có thể lắp ráp và rót ngay. Hỗn hợp cát có độ bền tươi rất kém nhưng khi thổi khí CO_2 , sẽ tạo Na_2CO_3 và sinh gel axit silixic, tăng độ nhớt và dần dần làm hỗn hợp đông rắn. Khí CO_2 đắt, thời gian thổi cần khống chế, thổi nhiều quá độ bền lại giảm và gây dòn, khuôn ruột thổi bằng CO_2 xong không nên để quá lâu vì sẽ mất nước và cũng giảm độ bền. Lượng CO_2 dùng thường phải bằng 1,0 đến 1,5 lần lượng thủy tinh lỏng. Nếu dùng cách sấy bằng khói lò có lượng CO_2 cao thì thời gian

đóng rắn cũng ngăn nhờ có cả hai tác dụng: CO_2 có tác dụng đóng rắn hóa học, nhiệt làm bốc hơi ẩm nên độ nhớt của thủy tinh lỏng tăng (đóng rắn vật lý). Có nhiều cách thổi CO_2 nêu trên *hình 3*.

b) PHƯƠNG PHÁP N

Phương pháp này do Takiô Nishiyama người Nhật phát minh vào năm 1962. Hỗn hợp gồm cát thạch anh sạch có 4 - 7% thủy tinh lỏng có môđun $M = 2$ và bột ferôsilic hoặc silicôcanxi cỡ mịn 006 (lượng dùng 2 - 4%). Sau khi trộn xong đem làm khuôn ruột ngay; hỗn hợp sẽ đóng rắn nhanh trong vòng 5 phút đến 5 giờ. Nhờ có phản ứng hóa học giữa silic và thủy tinh lỏng, hỗn hợp phát nhiệt nhiều làm nước bốc hơi mạnh tăng độ nhớt và tạo cả khí H_2 có thể gây nổ. Thời gian đóng rắn tùy thuộc chiều dày khuôn ruột, lượng ferôsilic cũng như độ mịn và hàm lượng silic trong ferôsilic (hàm lượng cao càng tốt, tuy vậy ngày nay đã có nơi dùng cả loại ferôsilic 75).

Ưu điểm của phương pháp *N* là:

- Không tốn CO_2 , không cần dụng cụ thổi CO_2 .
- In hình tốt, chính xác cao.
- Ít sinh khí.

Nhược điểm:

- Tuổi xuân của hỗn hợp rất ngắn, thời gian chờ

dùng cát sau khi trộn chỉ được phép rất ngắn vì phản ứng bắt đầu ngay lúc đang trộn, khi cho ferôsilic tiếp xúc với thủy tinh lỏng.

- Độ bền cao hơn so với phương pháp CO_2 và cũng khó phá dỡ hơn.

- ferôsilic đắt.

- Do có H_2 bốc ra nên dễ gây nổ, thường xuyên phải dùng một ngọn lửa nhỏ hơn mặt khuôn ruột để đốt cháy hydro.

c/ PHƯƠNG PHÁP A

A là ký hiệu viết tắt chữ alkali (kiềm), phương pháp dùng những chất đóng rắn thuộc họ silicat có chứa canxi-ôxyt (CaO) pha với thủy tinh lỏng để tạo hỗn hợp tự đóng lúc đầu dùng các loại xi có độ kiềm tương đối cao, chứa nhiều đicanxi silicat; gần đây dùng cả xi măng pooclan. Ví dụ về thành phần của một loại đicanxi silicat:

SiO_2	31,3%	CaO	58,1%
Fe_2O_3	5,4%	MgO	3,8%
Al_2O_3	1,1%		

Hỗn hợp cát theo phương pháp A gồm có:

Cát (cỡ vừa và to)	89%
Thủy tinh lỏng ($M=2,2$)	6%

Đicanxi silicat (khô, nghiền mịn)	4%
Nước	1%
Thời gian đông rắn	1 giờ
Độ bền nén khô	14-17,5daN/cm ²

Cát và thủy tinh lỏng trộn trước; sau khi thêm đicanxi silicat chỉ trộn một phút rồi đem hỗn hợp đầm chặt như phương pháp CO₂.

Ưu điểm của phương pháp A:

- Giá thành rẻ hơn so với các phương pháp tự đông rắn khác.

- Không cần lò sấy, không phải thổi khí CO₂.

- Độ bền không cao lắm, tương đối dễ phá vỡ.

- Ít sinh khí.

Nhược điểm:

- Tuổi xuân của hỗn hợp ngắn.

HỖN HỢP CÁT CHÀY LỎNG

Đây là một công nghệ làm khuôn mới có nhiều nét đặc sắc được phát minh đầu tiên ở Liên Xô năm 1960, nay đang được dùng rộng rãi.

Nhờ cho thêm chất tạo bọt (chất hoạt tính bề mặt) vào hỗn hợp cát, thủy tinh lỏng có chất đông rắn mà

hỗn hợp cát trở nên loãng. Trộn xong đem rót ngay hỗn hợp vào khuôn hay hộp ruột chờ sẵn bên máy trộn, không tốn công đầm chặt cát, chỉ cần rung khuôn. Sau 05-1 giờ có thể tháo mẫu hay hộp ruột và đợi thêm 5 - 6 giờ cho đạt độ bền tối đa là có thể ráp khuôn và rót. Ví dụ về thành phần hỗn hợp cát chảy lỏng hiện đang dùng nhiều:

Cát (hạt to 0,15-0,3)	100%
Chất tạo bọt	0,2%
Thủy tinh lỏng (M: 2,5-3)	5-6%
Nước	2%
Đicanxi silicat	3 - 5,5%
(chất lượng tốt, nghiền mịn)	

Cần chú ý kiểm tra thời gian trộn và thứ tự trộn thật chính xác: cát, nước, chất tạo bọt trộn trước cho đều, cuối cùng cho thủy tinh lỏng rồi đicanxi silicat trộn thêm 1 phút.

Hỗn hợp đông rắn nhờ hai phản ứng phát triển đồng thời:

- Thủy tinh lỏng kết hợp với đicanxi silicat làm tăng độ nhớt của chất dính.

- Đicanxi silicat tác dụng với nước và kết tinh (như xi măng kết tinh).

Ưu điểm của phương pháp:

- Không cần thổi CO_2 không cần sấy, không cần thiết bị đầm chặt khuôn.

- Dễ phá dỡ hơn tất cả các phương pháp cát, thủy tinh lỏng khác và hỗn hợp cũng dễ tái sinh.

- Thông khí tốt, sinh khí lại ít.

- Giá thành rất thấp nếu chọn nguyên liệu phù hợp.

Nhược điểm:

- Độ bền sau khi đóng rắn nhỏ, chỉ tương đương khuôn cát, sét khô, thường phải sơn thêm ở bề mặt một lớp dày để chống cháy cát và tăng thêm độ bền bề mặt.

- Tuổi xuân ngắn.

- Dễ dính hộp ruột, mẫu, thường phải dùng chất bôi mặt mẫu như dầu hỏa hòa parafin, silicon, nhựa polyurêthan.

- Với loại ruột phức tạp, mỏng có thể vì độ chảy kém không điền đầy hết.

Phương pháp này thường dùng cho khuôn đúc mặt hàng lớn, đơn giản.

Ngay sau khi phát minh, phương pháp này được phát triển nhanh ở nhiều nước. Tại Liên Xô năm 1963

sản lượng đúc theo công nghệ này chỉ 4000 tấn, 1966 = 700000 tấn và những năm 70 tới 2 triệu tấn.

Chất đóng rắn cũng được nghiên cứu nhiều: dùng xi măng xi lò cao... thay đicanxi silicat. Ví dụ có nơi dùng hỗn hợp cát chảy lỏng gồm:

Cát cỡ 0,3	100%
Thủy tinh lỏng	5%
Xi lò cao	6%
Nước	3,2%
Chất tạo bọt	0,05-0,1%

Xi lò cao có độ kiềm 1,3 - 1,4 và thành phần:

SiO ₂	32-34%	CaO	42 - 46%
Al ₂ O ₃	13 - 16%	MgO	3,5 - 5%

Xi được hóa vụn bằng nước rồi sấy, nghiền mịn $3200 \text{ cm}^2/\text{g}$ ⁽¹⁾. Hỗn hợp dùng đúc khuôn thời cỡ 5 - 15 tấn; cứ 1 tấn khuôn thời cần 0,4 tấn hỗn hợp. Có khả năng dùng lại tới 70% cát cũ.

Ngày nay hỗn hợp cát chảy lỏng được phát triển dưới nhiều hình thức, chất dính không phải chỉ là thủy tinh lỏng mà có thể là xi măng hoặc nhiều chất khác nữa.

(1) cm^2/g đơn vị đo độ mịn của hạt tính theo tổng diện tích bề mặt hạt có trong 1g hạt

HỖN HỢP LÀM KHUÔN DÙNG CHẤT DÍNH HỮU CƠ

Chất dính vô cơ như đất sét, bền vững nhiệt, ít thay đổi trạng thái khi nung, nhưng chất dính hữu cơ lại chảy hoặc phân hủy khi rót làm cho hỗn hợp cát dùng chất dính hữu cơ có nhiều ưu điểm:

- Sau khi rót dễ phá vỡ; dễ dùng lại cát.
- Tạo màng khí toàn nguyên ngăn cách bề mặt khuôn với kim loại lỏng làm bề mặt đúc nhẵn đẹp.
- Hỗn hợp cát dễ chảy sau khi đông rắn cho độ bền cao và khuôn, ruột dễ bảo quản.

Nếu biết chọn cho phù hợp, dùng chất dính hữu cơ hoàn toàn có thể thỏa mãn các yêu cầu phức tạp của khuôn đúc: lúc rót cần khuôn bền để chịu đựng sức ép của kim loại lỏng, đến khi hình thành một màng kim loại rắn ở bề mặt vật đúc thì khuôn ruột phải giảm bền, dễ dàng chịu co bóp để tránh cản co của vật đúc.

Nói chung, ngày nay chất dính hữu cơ được dùng nhiều nhất là các loại nhựa.

Tính dễ phá vỡ của khuôn ruột giảm dần tùy loại chất dính theo thứ tự sau:

- Nhựa urê-formaldêhyt
- Nhựa urê-fênil-formaldêhyt
- Dầu khô (dầu khô dùng isocyanat làm xúc tác dễ phá vỡ hơn loại dầu dùng natri perbonat)
- Fênil-formaldêhyt
- Nhựa điều chế từ rượu fuafuryl (dùng urê-formaldêhyt hoặc fênil-formaldêhyt cho phản ứng với rượu fuafuryl; lượng rượu càng cao thì sẽ khó phá vỡ hơn):
- Nhựa tổng hợp từ rượu fuafuryl.

Người ta thường chia các chất dính hữu cơ thành hai nhóm chính:

- Qua sấy: hỗn hợp cát phải dùng nhiệt để đóng rắn, đôi khi còn thêm chất xúc tác.
- Tự khô: nhờ chất xúc tác hỗn hợp đóng rắn nguội (ở nhiệt độ thường); thời gian đóng rắn của nhóm này thường dài, hiện đang nghiên cứu chất xúc tác dạng khí để rút ngắn thời gian.

HỖN HỢP CÁT DẦU (dầu sấy khô)

Dầu thảo mộc có khả năng khô cứng như dầu lanh, gai (ở ta có dầu trẩu, dầu sơn...) đã được dùng làm chất dính từ những năm 1945-1950. Nhờ hấp phụ ôxy

trong không khí hoặc hóa chất, lại thêm tác dụng của nhiệt, dầu sẽ ôxy hóa và pôlime hóa tạo thành phân tử lớn làm cho hỗn hợp có độ bền cao.

Hỗn hợp cát dầu này có tuổi xuân khá dài, không dính hộp ruột, sấy xong có độ bền cao. Ở ta nhiều nơi dùng hỗn hợp cát dầu để chế tạo ruột phức tạp hoặc dùng làm cát mặt chế tạo bánh răng. Ruột cát dầu sấy rồi rất ít hút ẩm, dùng lắp vào khuôn tươi vẫn tốt. Song cần để ý đến nhược điểm là độ bền tươi kém. Thường người ta phải thêm dextrin (1%) hoặc tinh bột, mật mía, nước bã giấy (2%) để tăng độ bền tươi, hạn chế sự nứt vỡ, biến dạng của ruột khuôn trước khi đem sấy. Đôi khi có thể thêm khoảng 1% Fe_2O_3 để chống dẫn nở nhiệt, tăng độ bền nóng. Cát cần sạch, lượng đất sét nên 6%; có thêm đất sét sẽ tăng độ bền tươi và bền nóng nhưng tốn dầu và giảm độ bền khô. Thường dùng thành phần hỗn hợp có 1 - 2% dầu; 2% tinh bột; 2,5% ẩm còn lại là cát; sấy ở 200 - 240 độ C. Cần chú ý kiểm tra nhiệt độ, tốc độ sấy và cung cấp đủ ôxi để ôxi hóa dầu. Sấy nhiệt độ cao quá, nhanh quá đều giảm bền (tới nhiệt độ 450 - 500 độ C dầu phân hủy nhanh). Cần nhớ rằng khi sấy có khí độc hại bốc ra vì vậy nên có biện pháp phòng tránh.

Nếu có thêm natri perborat (chất cung cấp ôxi) thời gian sấy có thể rút ngắn khoảng 50%. Khi đó cũng có thể không cần sấy nhưng phải để ít nhất 24 giờ dầu

mới tự khô. Trường hợp này độ bền không cao lắm, thường cần sơn và sấy sơ bộ thêm.

Ví dụ về thành phần và độ bền của hỗn hợp cát dầu khô do sấy hoặc hong gió:

Cát khô sạch	97,9%
Dầu khô	2,0%
Chất ôxi hóa (5% dầu)	0,1%
Như natri perborat.	

Bền nén (daN/cm^2) sau:

1 giờ	2 giờ	3 giờ	qua sấy
1,75	10,5	14,0	98,0

DẦU KHÔ NHANH

Từ 1955 trở lại đây người ta chuyển sang nghiên cứu dùng dầu nóng rắn nguội không cần sấy: dùng chất đông rắn isocyanat (ví dụ diphenyl metan đisocyanat có công thức $O=CN\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--CH}_2\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--NCO}$) cho trộn với dầu khô (chứa các nhóm OH tự do) hoặc dầu đã xử lý bằng một chất ôxi hóa như natri perborat có coban naphthanat làm chất xúc tác; trộn xong làm khuôn ruột ngay, chỉ trong vòng 30 - 60 phút độ bền đã đạt tới trị số khá cao.

Thành phần và tính chất hỗn hợp cát dầu khô nhanh:

Cát SiO ₂ sạch khô	97,5%
Dầu	2%
Chất đóng rắn (25% dầu)	0,5%

Bền nén (daN/cm^2) sau:

1 giờ	2 giờ	3 giờ	24 giờ
6,3	15,0	22,06	50,42

Hỗn hợp cát dầu này ưu điểm hơn cát nhựa ở chỗ không dính mẫu, không đòi hỏi cát phải thật sạch, ít nhạy cảm với nhiệt độ của cát. Song độ bền nóng không cao lắm. Thực ra nếu có sấy bề mặt chút ít thì càng tốt. Tốc độ đóng rắn tùy thuộc chất lượng dầu là chính chứ không phụ thuộc nhiều vào lượng chất đóng rắn. Khi dùng cần chú ý không để isocyanat tiếp xúc với da tay, khi rót ở nhiệt độ cao isocyanat chưa phản ứng hết sẽ bốc hơi do đó cần có biện pháp thông gió tốt và tránh tiếp xúc với hơi bốc ra từ khuôn.

HỖN HỢP CÁT - NHỰA

Hỗn hợp cát, nhựa được coi là loại hỗn hợp làm khuôn, ruột tiên tiến bậc nhất vì có nhiều ưu điểm:

- Tạo khuôn ruột thành mỏng, nhẹ do độ bền sau khi đóng rắn cao hơn hầu hết các chất dính khác.

- Đảm bảo vật đúc chính xác, mặt nhẵn đẹp.

- Năng suất làm khuôn ruột rất cao vì nhìn chung thời gian đóng rắn nhanh.

- Ruột khuôn thông khí tốt, không cần lỗ thoát hơi, bảo quản dễ dàng vì khi đã khô sẽ không hút ẩm, không giảm độ bền.

- Rất dễ phá vỡ sau khi đúc rót vì sau khi đóng rắn rồi nâng cao nhiệt độ cũng không biến mềm, chỉ phân hủy khi đạt nhiệt độ rất cao.

Tuy vậy hỗn hợp cát, nhựa cũng có một số nhược điểm:

- Giá thành cao vì vật liệu nhựa đắt.

- Giá thành hộp ruột cao, nhất là những mẫu và hộp ruột cần nung nóng để cung cấp nhiệt làm nhựa đóng rắn.

- Lấy ruột ra lúc nóng cũng dễ biến dạng, nứt.

- Kích thước vật đúc cũng bị giới hạn.

NHỰA ĐÓNG RẮN NÓNG

Nhựa đóng rắn nóng được dùng đầu tiên trong khoảng thời gian đại chiến thứ 2, hiện nay dùng rất

phổ biến để chế tạo các ruột nhỏ, phức tạp và khuôn vỏ cứng (một dạng đúc đặc biệt). Công nghệ làm khuôn ruột này hầu như được tự động hóa nhiều nhất và cũng là phương pháp nhanh nhất (nhờ tác dụng của chất xúc tác và nhiệt, nhựa sẽ đông rắn, liên kết các hạt cát trong vòng vài chục giây đến vài phút).

Tùy cách tạo hình có thể chia làm hai phương pháp:

- Phương pháp C (Croning): hỗn hợp cát, nhựa đổ đầy trên mẫu nung nóng tới 200 - 250 độ C sẽ có một lớp cát đông rắn một phần, dày 6 - 9 mm; sấy tiếp sẽ đông rắn hoàn toàn.

- Phương pháp D (Dietert): thổi hỗn hợp cát, nhựa vào hộp ruột kim loại đã nung nóng (phương pháp hộp nóng). Với cách này thường dùng cát đã được bọc một lớp nhựa trước để tránh hiện tượng phân bố không đều giữa nhựa và cát. Muốn bọc nhựa trước cho những hạt cát có 2 cách: sấy nóng khoảng 130 độ C cho nhựa chảy, hòa tan nhựa trong dung môi bay hơi. Nếu dùng cát bọc nhựa trước sẽ tiết kiệm được tới 50% nhựa.

Thường dùng các loại như sau:

- Fênil formalđêhyt cho đúc thép, trong đó có hai thứ:

- a) nhựa nôvôlac có nhiều fênil, ít formalđêhyt; cần thêm hexamin làm chất xúc tác.

b) nhựa rêsol ít fênil, nhiều formalđêhyt dùng thêm axit phosphoric (H_3PO_4) làm chất xúc tác:

- Urê fênil formalđêhyt cho đúc gang.
- Urê formalđêhyt cho đúc hợp kim nhẹ.
- Urê formalđêhyt fuafuryl (urê furan); đắt nhưng chất lượng cao.

Ví dụ về thành phần cát nhựa cho hộp ruột nóng:

Cát sạch cỡ trung bình	97,5%
Nhựa	2,0%
Chất xúc tác	0,5%
(25% của nhựa)	

Bền kéo khi sấy ở 220° C.

10	20	30	40	60 giây
30,8	37,7	39,1	39,9	31,5 daN/cm ²

NHỰA ĐÓNG RẮN NGUỘI

Hỗn hợp cát nhựa đóng rắn nguội mới được dùng vào sản xuất đúc khoảng 10 năm trở lại đây, nhất là từ khi dùng nhựa fuafuryl (chế biến từ lõi ngô, bã mía, trấu,...) Người ta trộn cát với chất xúc tác sau đó đổ nhựa vào trộn trong thời gian rất ngắn rồi đem làm khuôn ruột ngay; chờ khoảng 20 đến 30 phút hỗn hợp sẽ đóng rắn.

Phương pháp này có ưu điểm là không đòi hỏi nung mẫu hoặc hộp ruột, do đó có thể dùng bộ mẫu đơn giản, rẻ tiền. Tuy vậy cũng cần chú ý đến một số yêu cầu kỹ thuật sau:

- Tuổi xuân hỗn hợp ngắn.

- Cát phải sạch.

- Nhiệt độ cát không được cao quá 25 độ C vì sẽ ảnh hưởng nhiều tới tốc độ đông rắn và hạn chế tuổi xuân.

Thời gian chế tạo khuôn ruột theo công nghệ này kéo dài, do đó hiện nay đang nghiên cứu dùng các chất đông rắn thể khí thổi vào có thể đông rắn nhanh tương tự như phương pháp thủy tinh lỏng - CO_2 .

Có thể dùng bốn loại nhựa sau:

- Urê formalđêhyt với FeCl_3 làm chất xúc tác, rẻ tiền, đông rắn xong sẽ dòn, rất dễ phá vỡ, dùng cho đúc hợp kim nhẹ.

- Fênil formalđêhyt dùng axit sulphôníc (ví dụ paratoluen sulphonic axit) làm chất xúc tác, loại này ít dùng vì khó khô thấu.

- Nhựa điều chế từ rượu fuafuryl dùng urê-formalđêhyt hoặc fênil formalđêhyt cho tác dụng với rượu fuafurylic sẽ tạo một loại nhựa có độ bền nóng

cao hơn. Chất xúc tác thường dùng là axit photphoric (với urê) và axit sulfonic (với fênil).

- Nhựa tổng hợp từ rượu fuafuryl, dùng axit photphoric hoặc axit sulphonic làm xúc tác. Loại nhựa này khi cháy ít sinh khí N_2 có hại, độ bền lại cao, nhất là bền nóng, do đó có thể dùng đúc những vật tới 40 tấn.

Ví dụ về thành phần hỗn hợp cát nhựa đóng rắn nguội:

Cát sạch, khô	97,2%
Nhựa	2,0%
Chất xúc tác (40% nhựa)	0,8

Thời gian đủ cứng 20 - 30 phút

Bền nén theo thời gian:

1	2	3	24 giờ
17,5	28,0	45,52	63,05 daN/cm ²

Hỗn hợp cát nhựa có fuafuryl được gọi chung là nhựa furan hiện nay được dùng nhiều trong sản xuất đúc. Gần đây còn dùng những loại nhựa mới như: dầu urêthan (năm 1965), fênol - urêthan (1970) tốt hơn vì lượng dùng ít (1 - 1,4%), thời gian đông rắn ngắn hơn. Về mặt giá thành vật đúc, phương pháp này còn rẻ hơn cả khuôn tươi.

Đối với sản xuất đúc ở nước ta, muốn nâng cao chất lượng vật đúc và năng suất làm khuôn chúng tôi cho rằng phải chú ý cả hai mặt: nâng cao chất lượng hỗn hợp cát, đẩy mạnh cơ khí hóa công việc sản xuất khuôn cát.

Trước mắt tổ chức xưởng tập trung chế biến và cung cấp đất sét tốt, cát có cỡ hạt phù hợp để cải thiện chất lượng hỗn hợp cát cho khuôn khô. Cũng cần quan tâm nhiều tới chất lượng của lớp sơn khuôn vì đối với khuôn khô lớp sơn đóng vai trò quan trọng trong việc chống cháy cát, đảm bảo bề mặt vật đúc nhẵn đẹp. Ở Liên Xô hiện có tới 100 tới 300 loại chất sơn. Trong chất sơn khuôn dùng hạt vật liệu chịu nóng (grafit, thạch anh, crômít...) có ở hạt tương đối mịn; lượng chất dính phải có nhưng không quá nhiều, thường dùng phối hợp đất sét với hồ bột, nước mật, nước bã giấy.

Trong tương lai không xa, cần chuyển sang dùng nhiều khuôn sấy bề mặt cho hàng lớn và đẩy mạnh

Bảng 4. So sánh một số công nghệ

Công nghệ làm khuôn	Chất dính	Chất đông rắn Chất xúc tác	Tuổi xuân hỗn hợp	Bền nén,
				Tươi
Khuôn cát - sét tươi	đất sét	-	vài giờ	3,5 - 7
Khuôn khô cát - sét Thủy tinh lỏng CO ₂	đất sét thủy tinh lỏng	nhệt khí CO ₂	nhiều giờ 2 - 3h	4 - 10 0 - 1,5
Thủy tinh lỏng tự khô - Phương pháp N	"	Ferosilic	1h	0
- Phương pháp A	"	đicalxi silicat xi măng	"	0
- Phương pháp chảy lỏng	"	đicalxisilicat	1/2h	0
Xi măng	xi măng		< 1h	0,5 - 1,5
Dầu sấy khô	dầu khô (lạnh, trấu, sơn)	natri perborat (180°C trong lò)	< 1h	1 - 3
Dầu khô nhanh	dầu alkyd	idocyanat	< 1h	0
Nhựa đông rắn nguội	UF/FA PF/FA PF	axit photphoric axit sulphonic	< 4 - 1/2h	0

làm khuôn ruột mới

<i>N/cm</i>	Tạo khí	Phá dỡ	Tốc độ sản xuất	Cỡ vật đúc	Giá thành hỗn hợp cát
Khô					
	trung bình	dễ	rất nhanh	vài kg tới 5t	—
70 250 - 500	ít ít	hơi khó khó	rất chậm nhanh	1 - 150t vài kg - 100t	— thấp
200 - 700 —	tùy lượng H ₂ O dư	rất khó hơi khó	trung bình “	vài kg - 100t	trung bình —
35 - 100		dễ	chậm		—
150 - 500 > 700	ít cao	khó rất dễ	chậm chậm	1 - 30t vài kg - 15t	thấp hơi cao
> 700	trung bình trung bình	rất dễ rất dễ	trung bình trung bình	“ tới 4t	cao cao

dùng khuôn tươi cho hàng cỡ nhỏ và cỡ trung. Muốn vậy phải chú ý dùng loại vật liệu đất sét bentonit thay cho đất sét thường và dùng thêm các chất dính hữu cơ hòa tan trong nước như mật, nước bã giấy, dextrin (hồ bột, bột bánh khảo cũng thuộc loại này), polyacrylamid. Còn khuôn tươi chế tạo bằng áp suất cao chắc sau này cũng sẽ phải dùng đến trong sản xuất lớn.

Song song với việc nâng cao chất lượng khuôn cát, đất sét cần mở rộng việc nghiên cứu dùng những hỗn hợp cát mới có độ bền cao, có khả năng tự khô hoặc đông rắn nhanh nhờ nhiệt hoặc hóa chất. Với những hỗn hợp này có thể chế tạo những ruột phức tạp, bền nhưng rất dễ phá vỡ và làm sạch, làm những khuôn đúc hàng lớn mà không cần sấy. Có thể tìm hiểu và so sánh các loại hỗn hợp làm khuôn tiên tiến đã nêu trên ở *bảng 4*.

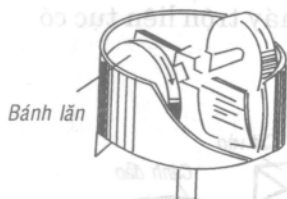
3. Cơ khí hóa việc sản xuất khuôn cát

Vài chục năm gần đây nguyên lý chế tạo khuôn cát, đất sét không thay đổi bao nhiêu, nhưng nhờ cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất nên đã đưa năng suất lên rất cao, đồng thời cải thiện được chất lượng vật đúc.

Cơ khí hóa công việc chế tạo khuôn đòi hỏi phải dùng các tổng hợp có chất lượng cao hơn và ổn định hơn. Mặt khác, dùng các hỗn hợp cát mới (cát tự khô,

cát nhựa, cát chảy lỏng) lại sẽ thúc đẩy việc chế tạo và sử dụng các thiết bị trộn cát, các máy làm khuôn ruột và những dây truyền đúc kiểu mới cho phù hợp. Ví dụ ở Liên Xô nhờ việc phát minh ra hỗn hợp cát tự động chảy lỏng cách đây hơn mười năm, đã kéo theo việc thiết kế và đưa vào xây dựng các phân xưởng đúc mới lạ, có trình độ cơ khí hóa cao và rất ít tiếng ồn vì không dùng cả máy làm khuôn, chỉ có hệ thống máy trộn liên tục, các máy lật khuôn và các băng truyền vận chuyển hòm.

a) Trước tiên nói tới việc *cơ khí hóa khâu chuẩn bị hỗn hợp* làm khuôn. Những xưởng đúc cơ khí hóa cao phải dùng hệ thống tự



Hình 4. Máy nghiền trộn thường



Hình 5. Máy nghiền trộn cao tốc

động chuẩn bị hỗn hợp và cung cấp cát tới các máy làm khuôn theo một chương trình định sẵn. Ở những xưởng đúc cơ khí hóa thấp, hoặc nửa thủ công chúng ta cũng không nên coi nhẹ khâu chuẩn bị hỗn hợp. Ít ra cũng phải dùng một vài máy trộn để đảm bảo chất lượng hỗn hợp vì trộn là việc quan trọng nhất trong khâu chuẩn bị hỗn hợp cát. Phải

trộn sao cho chất dính tạo thành màng mỏng bao quanh các hạt cát, và phân bố đều, không bị vón cục.

Với hỗn hợp cát, đất sét, máy trộn bánh lăn kiểu Simpson (*hình*) được dùng rất phổ biến, chỉ cần trộn 3 đến 6 phút là được. Hai bánh lăn thẳng đứng sẽ cán hỗn hợp làm đất sét dẻo biến dạng và bám chắc vào hạt cát. Những lưỡi gạt quay theo sẽ đảo hỗn hợp làm đất sét và các chất phụ khác phân bố đều.

Tiến bộ hơn ta dùng máy trộn cực nhanh có ba bánh lăn nằm ngang quay nhanh và có thổi không khí làm nguội cát, chỉ trộn 60 - 90 giây là được (*hình* 5).

Trong sản xuất lớn còn dùng máy trộn liên tục có hai bể với bánh lăn thẳng đứng (*hình* 6).

Trộn hỗn hợp cát dầu, cát có chất dính lỏng thường dùng máy đảo có cánh (*hình* 7) vì không cần động tác nghiền cán.

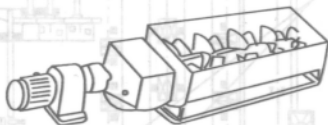
Ngoài ra cũng còn phải trang bị cơ khí hóa cho các khâu làm nguội, sàng hỗn hợp



Hình 6. Máy nghiền trộn liên tục hai bể

cát cũ để dùng lại và khâu lọc rửa sạch bụi, sét để tái sinh cát.

b) Khi đề cập đến khâu cơ khí hóa công việc làm khuôn người ta thường chỉ nhấn mạnh về máy làm khuôn bán tự động, hoặc tự động. Thực ra muốn có năng suất cao, cải thiện điều kiện lao động cho công nhân và ổn định chất lượng sản phẩm đúc cần phải chú ý cơ khí hóa đồng bộ một số khâu sau:



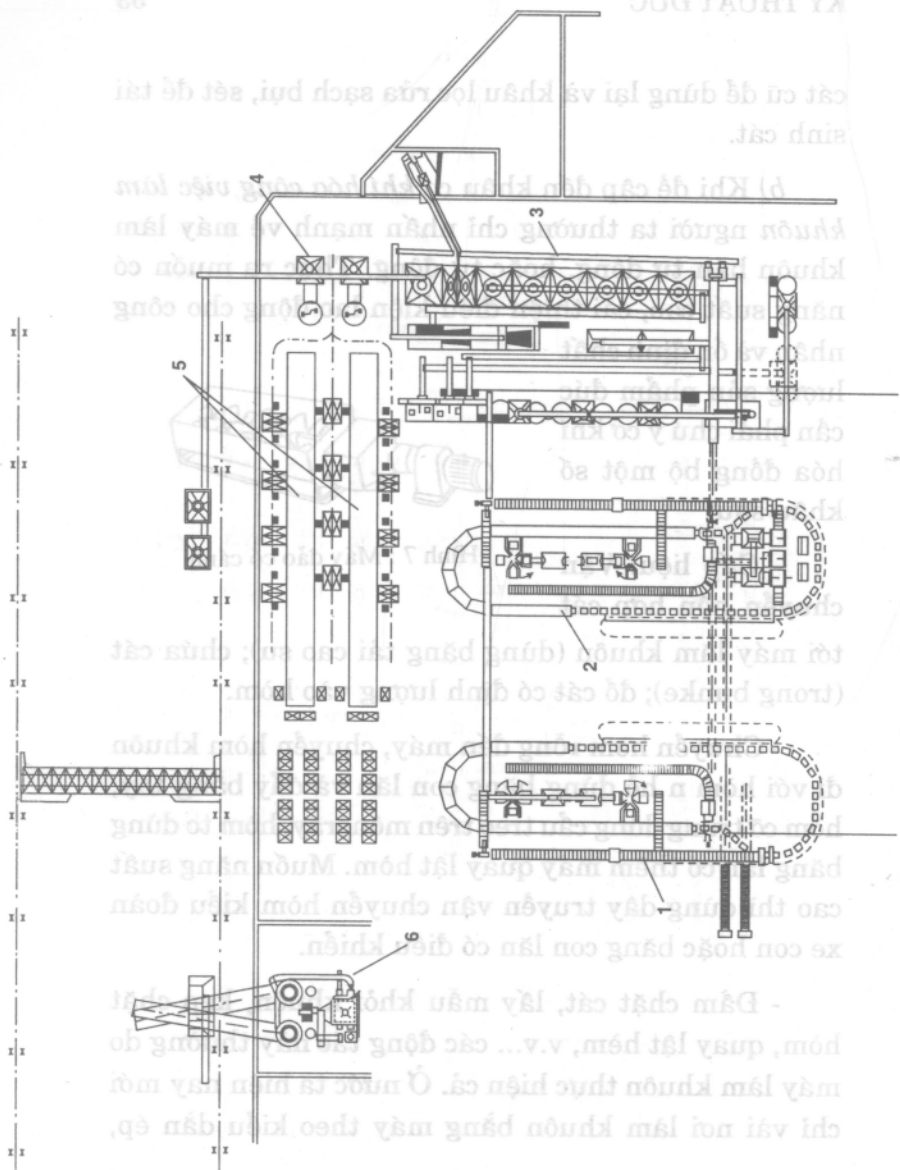
Hình 7 : Máy đảo có cánh

- Cấp liệu: Vận chuyển hỗn hợp cát

tới máy làm khuôn (dùng băng tải cao su); chứa cát (trong bunke); đổ cát có định lượng vào hòm.

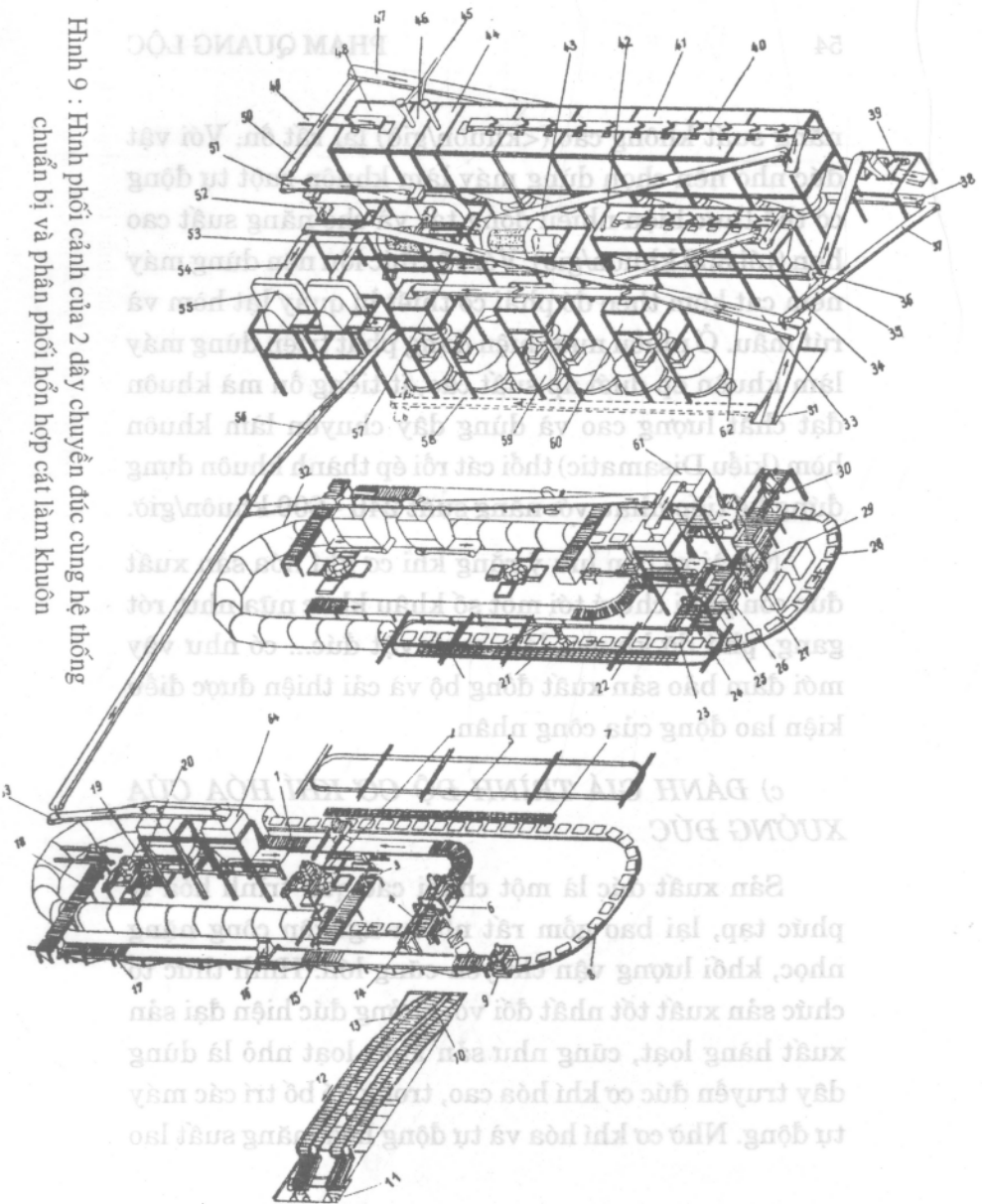
- Chuyển hòm rỗng đến máy, chuyển hòm khuôn đi với hòm nỏ dùng băng con lăn và đẩy bằng tay, hòm cỡ trung dùng cầu treo trên mônôray, hòm to dùng băng lăn có thêm máy quay lật hòm. Muốn năng suất cao thì dùng dây truyền vận chuyển hòm kiểu đoàn xe con hoặc băng con lăn có điều khiển.

- Đầm chặt cát, lấy mẫu khỏi khuôn, kẹp chặt hòm, quay lật hòm, v.v... các động tác này thường do máy làm khuôn thực hiện cả. Ở nước ta hiện nay mới chỉ vài nơi làm khuôn bằng máy theo kiểu dần ép,



Hình 8 : Sơ đồ mặt bằng xưởng đúc cơ khí hóa cao

Hình 9 : Hình phối cảnh của 2 dây chuyền đúc cùng hệ thống chuẩn bị và phân phối hỗn hợp cắt làm khuôn



năng suất không cao ($< \text{khuôn/giờ}$) lại rất ổn. Với vật đúc nhỏ nên dùng máy làm khuôn ruột tự động có thể thực hiện nhiều động tác và cho năng suất cao hơn (tới 300 khuôn/giờ). Với vật đúc lớn nên dùng máy ném cát kèm theo đó phải có thiết bị quay lật hòm và rút mẫu. Ở nhiều nước hiện đang phát triển dùng máy làm khuôn ép dưới áp suất cao, ít tiếng ồn mà khuôn đạt chất lượng cao và dùng dây chuyền làm khuôn hòm (kiểu Disamatic) thổi cát rồi ép thành khuôn dựng đứng kế tiếp nhau với năng suất 240 - 600 khuôn/giờ.

Ngoài ra cần lưu ý rằng khi cơ khí hóa sản xuất đúc còn phải chú ý tới một số khâu khác nữa như: rót gang, phá dỡ khuôn, làm sạch vật đúc... có như vậy mới đảm bảo sản xuất đồng bộ và cải thiện được điều kiện lao động của công nhân.

c) ĐÁNH GIÁ TRÌNH ĐỘ CƠ KHÍ HÓA CỦA XƯỞNG ĐÚC

Sản xuất đúc là một chuỗi các quá trình hóa lý phức tạp, lại bao gồm rất nhiều nguyên công nặng nhọc, khối lượng vận chuyển cũng lớn. Hình thức tổ chức sản xuất tốt nhất đối với xưởng đúc hiện đại sản xuất hàng loạt, cũng như sản xuất loạt nhỏ là dùng dây truyền đúc cơ khí hóa cao, trong đó bố trí các máy tự động. Nhờ cơ khí hóa và tự động hóa, năng suất lao

động tăng nhanh, điều kiện lao động được cải thiện và chất lượng sản phẩm đúc cũng được nâng cao và ổn định hơn.

Đánh giá trình độ cơ khí hóa của xưởng đúc có thể dùng số công suất động cơ điện tính cho một công nhân viên, sản lượng / một công nhân viên, hoặc sản lượng / một đơn vị công suất. Phổ biến hơn, người ta đánh giá trình độ xưởng đúc dựa theo khối lượng cần vận chuyển để sản xuất ra một tấn vật đúc thành phẩm.

Tỷ số tính theo phần trăm giữa khối lượng vận chuyển bằng máy so với toàn bộ khối lượng cần chuyển được gọi là mức độ khí hóa.

Nhìn chung phân loại như sau :

0 - 39%	xưởng thủ công
40 - 64%	— cơ khí hóa thấp
65 - 89%	— cơ khí hóa trung bình
90 - 100%	— cơ khí hóa toàn bộ

Cụ thể đối với từng giai đoạn sản xuất hoặc từng loại công việc, cách đánh giá có khác, có thể tham khảo *bảng 5* theo số liệu của Viện đúc Tiệp Khắc (tương tự như Liên Xô) đã dùng trong nhiều năm làm căn cứ so sánh trình độ các xưởng đúc. (*Bảng 5 trang 57*)

d) DÂY TRUYỀN ĐÚC CƠ KHÍ HÓA

Trên hình 8 giới thiệu mặt bằng xương đúc lò sưởi có trình độ cơ khí hóa và tự động hóa cao, bắt đầu sản xuất từ 1952, của hãng Buderus - Tây Đức.

Việc làm khuôn, rót, phá dỡ tiến hành trên hai dây truyền tự động 1 và 2 có chung một hệ thống 3 chuẩn bị và phân phối hỗn hợp làm khuôn, với năng suất 140 m³/giờ. Khu vực làm ruột có riêng hai máy trộn 4 và hai lò sấy kiểu băng truyền 5, hai bên đều có bố trí máy làm ruột. Hệ thống lò đứng 6 đặt ở khu vực riêng, phía sau là khu vực kho có cấu trúc cấp liệu cho cả lò lẫn hệ thống chuẩn bị hỗn hợp làm khuôn và ruột.

Hình 8 giới thiệu riêng hai dây truyền đúc và hệ thống chuẩn bị hỗn hợp dưới dạng phối cảnh.

Dây truyền thứ nhất có trang bị hai máy làm khuôn tự động kiểu đa quay bố trí với chu kỳ làm việc 10 - 11 giây; mỗi lần chuyển vị trí cần 5 giây. Băng truyền xe con chuyển động bao ngoài cùng, các thao tác (nâng, chuyển hòm) đều làm việc đồng bộ theo nhịp của máy tự động. Trình tự thao tác như sau:

Hòm rỗng trên và dưới chồng lên nhau từ máy dỡ khuôn theo hướng mũi tên chạy trên băng con lăn 1

Bảng 5. Chỉ tiêu đánh giá trình độ cơ khí hóa của xưởng đúc

Các công đoạn sản xuất	Loại công việc	Khối lượng cần vận chuyển tính cho một nguyên công tấn/l tấn vật đúc	Số nguyên công	Trung số khối lượng tính cho một loại công việc, tấn/l tấn vật đúc	Mức độ cơ khí hóa			
					thủ công	cơ khí hóa thấp	cơ khí hóa trung bình	cơ khí hóa toàn bộ
I. Kho	Vật liệu cho nấu gang, vật liệu làm khuôn mẫu và bóm	1,7—2,4 0,5—1,25 2—4	4 4 2	7—10 2—5 4—6	0—49 0—24 0—34	50—75 25—49 35—65	76—87 50—87 66—89	88—100 88—100 90—100
tính chung		4,2—6,65	10	13—21	0—30	31—65	66—90	91—100
II. Chuẩn bị	Nấu pha trộn hỗn hợp rất	1,5—2 6—8	3 4	4,5—6 24—32	0—34 0—24	35—65 25—49	66—82 50—80	83—100 81—100
tính chung		7,5—10	7	28,5—38	0—25	26—50	51—81	82—100

III. Chế tạo vật đúc	Đầm khuôn và ráp		5	10	50	0 — 50	51 — 75	76 — 90	91 — 100
	Rót và dỡ		1 — 5	4	6	0 — 24	25 — 49	50 — 74	75 — 100
	Sấy khuôn		4	2	8	0 — 24	25 — 49	50 — 99	100
	Làm ruột		1 — 2	10	10 — 20	0 — 49	50 — 75	76 — 97	98 — 100
tính chung			11,5 — 12,5	26	74 — 84	0 — 49	50 — 70	71 — 91	92 — 100
IV. Hoàn thành sản phẩm	Lâm sạch, cắt đầu, nhiệt luyện, kiểm tra		1,2	14	17	0 — 64	65 — 75	76 — 84	85 — 100
Toàn bộ quá trình				57	132 — 160	dùng tay 57	dùng tay 34	dùng tay 21	dùng tay 12
						nguyên công	nguyên công	nguyên công	
Mức độ cơ khí hóa chung						0 — 39	40 — 54	55 — 89	90 — 100

trở về máy làm khuôn trên 2 và máy làm khuôn dưới 20. Khi tới chỗ máy làm khuôn trên 2 sẽ có cầu cấp tự động nhấc hòm rỗng trên đem về mặt vào vị trí đầu tiên của máy tự động 2, còn hòm rỗng dưới tiếp tục chạy trên băng con lăn về chỗ máy làm khuôn dưới. Ở vị trí thứ hai của máy làm khuôn tự động kiểu đu quay, hòm rỗng được đổ hỗn hợp cát và được dẫn cho chặt. Sang vị trí thứ ba cát khuôn được ép chặt thêm nhờ đầu ép khí nén. Đến vị trí thứ tư khuôn hoàn thành được nâng lên và chuyển sang băng con lăn 3 (hoặc 18 nếu là nửa khuôn dưới). Cứ sau một phần tư vòng quay của máy tự động lại có một nửa khuôn trên và một nửa khuôn dưới chạy ra khỏi máy. Nửa khuôn dưới được chuyển vào băng con lăn 17 để ráp ruột, tới vị trí 16 sẽ có một máy chuyên dùng gắn mã đỡ vào khuôn. Ở vị trí 15 sẽ có cầu cấp đem nửa khuôn trên ở băng con lăn 3 sang ráp vào nửa khuôn dưới. Khuôn lắp ráp chạy đến vị trí 9 sẽ được lắp kẹp nê-m và chuyển sang băng truyền xe con 8 chờ cầu cấp làm việc tự động. Khuôn được di chuyển dần tới khu vực rót 7. Tại đây công nhân rót đứng trên sàn di động 5 (có cùng tốc độ chuyển động của xe con chở khuôn) điều khiển nổi rót nhỏ treo trên mônô-ray. Khu vực này được trang bị chụp hút rất mạnh để hút khí nóng, đẩy ra ngoài. Khuôn rót xong chạy vào hầm làm nguội rồi vòng về vị trí 4. Ở đó sẽ có cầu riêng vào vị trí của máy

dỡ 6 kiểu dần rung. Cát cũ và vật đúc sẽ được tống ra, rơi lên lưới dần. Cát cũ sẽ trở về khu vực chuẩn bị hỗn hợp theo băng tải ngầm 31. Vật đúc rơi trên băng lát ngầm 12, 13 nhô lên trên nền xương ở khu vực 10. Người ta đập đậu rót, lấy vật đúc ra, đậu rót, đậu hơi còn qua lưới dần cho sạch cát rồi mới rơi vào thùng chứa 11.

Dây truyền thứ hai bố trí có hơi khác một chút. Khi cần thiết hai máy làm khuôn tự động hơn vị trí kiểu đu quay vẫn có thể làm việc theo trình tự giống hết dây truyền thứ nhất. Nhưng để sản xuất vật đúc cỡ lớn hơn, bố trí thêm hai máy ép thủy lực 26 và 29 làm khuôn với áp suất cao gấp 2,5 lần thông thường. Từ chỗ phá dỡ, hòm rỗng trên và dưới sẽ theo đường băng con lăn 22 trở về vị trí 24 đảm bảo việc tách hai hòm rồi đẩy về hai máy theo băng con lăn. Sau khi bunke cấp liệu đổ đầy cát vào hòm sẽ tiến hành ép rồi tách khuôn khỏi tấm mẫu. Khuôn làm xong sẽ theo hai đoạn băng con lăn 25 chạy về hai phía. Cầu 30 làm việc tự động cấp hòm dưới chuyển sang băng xe con. Trên đoạn băng vòng cung 28 sẽ tiến hành nguyên công đặt ruột và mã đỡ. Tới vị trí 23 một cầu cấp khác sẽ nhấc hòm trên đặt lên hòm dưới, sau đó dùng tay thao tác kẹp chặt hai hòm. Sau khi qua khu vực rót 21 khuôn đi vào hầm làm nguội 32 rồi có cầu chuyển tới chỗ phá dỡ, giống như ở dây truyền thứ nhất.

Việc chuẩn bị và phân phối hỗn hợp làm khuôn cần được cơ khí hóa vì phải qua nhiều nguyên công, khối lượng vận chuyển cũng nhiều. Tính trung bình muốn chế tạo được một tấn vật đúc cỡ 30 - 500kg cần có khoảng 6,5 tấn hỗn hợp cát (trong đó 5,0t cát đệm; 0,7t cát áo; 0,8t cát ruột và tổn 0,8t cát mới, 0,25t đất sét). Hỗn hợp làm khuôn ở xưởng này gồm cát cũ, cát mới, đất sét và bột than. Cát mới đã qua sấy, sàng phân loại đúng cỡ hạt chuyển đến bunke chứa ở kho rồi qua băng tải cao su 49 đổ vào bunke cát mới 48 (xem lại (hình 8). Đất sét bột và bột than được vận chuyển bằng khí nén theo đường ống 44 đổ vào bunke 45 và 46. Riêng cát cũ với khối lượng lớn phải qua xử lý phức tạp hơn. Băng tải 31 chuyển cát cũ vừa phá dỡ tới hai máy phân ly từ tính để loại bỏ gang, sắt vụn. Sau đó cát theo những đường băng tải 47, 50, 51 đến hai máy đập 52 để làm vỡ những cục cát lớn; chuyển vào sàng lục lăng 53 rồi theo băng tải 57, 43, 40 đổ vào một loạt bunke cát cũ 41. Từ đây, dưới những bunke này cát cũ, cát mới, đất sét đều được chuyển bằng băng tải 38, 37 và 62 vào các máy nghiền trộn 59 theo phối liệu đã tính toán. Hỗn hợp cát trộn xong qua băng tải ngầm 58 và băng tải 34 chuyển vào dây bunke ủ cát 42. Sau vài giờ cát được lấy ra, theo băng tải 36, 35 rồi 33, 54 vào máy đánh tới 55 và theo băng

tài 56, 63 phân phối vào các bunke cát 64,61 đặt bên trên các máy làm khuôn.

Qua nhiều năm sử dụng các dây truyền làm khuôn và hệ thống chuẩn bị hỗn hợp cát này đã đảm bảo năng suất cao, tỷ lệ hàng đúc hỏng giảm chỉ còn 1,3 - 1,5%.

II

CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÚC ĐẶC BIỆT

Độ chính xác cao, đó là một chỉ tiêu về chất lượng vật đúc mà ngành đã cố gắng phấn đấu hàng thế kỷ nay, để ngày càng đạt mức cao hơn.

Độ chính xác của vật đúc phụ thuộc vào nhiều thông số: độ chính xác của mẫu (hoặc của khuôn kim loại), độ chính xác khi in hình mẫu trong khuôn, độ chính xác khi lắp ráp khuôn, mức biến dạng của khuôn khi rót, độ co của hợp kim đúc, kỹ thuật làm sạch, mài vật đúc, v. v...

Trước kia, dùng khuôn cát thông thường, khó chế tạo được vật đúc có độ chính xác cao. Vì thế những công nghệ đúc mới dùng hỗn hợp mới để làm khuôn hoặc dùng khuôn kim loại có gia công bề mặt nhẵn bóng đều được mang tên là phương pháp đặc biệt.

Ngày nay nhờ có một số biện pháp kỹ thuật, người ta đã nâng độ chính xác của khuôn cát (chế tạo trong điều kiện cơ khí hóa cao) lên gần ngang hàng với các phương pháp đúc đặc biệt:

- Dùng mẫu, hộp ruột kim loại và dùng hòm khuôn kim loại có chốt định vị chính xác.

- Dùng kỹ thuật in hình mẫu chính xác trong khuôn: làm khuôn bằng máy, rút mẫu tự động hóa, ráp ruột thành tập hợp, dùng CO_2 thổi cho khuôn đóng rắn ngay trong hộp không cần chuyển đi sấy, dùng áp suất cao để ép tạo khuôn có kích thước ổn định...

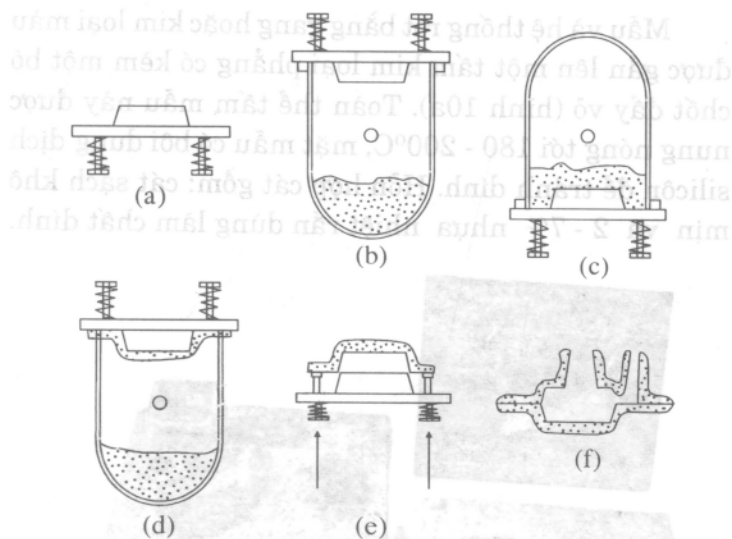
- Có biện pháp cải thiện độ nhẵn bề mặt: dùng cát mịn, có lớp sơn khuôn.

Các phương pháp đúc đặc biệt tuy nay chỉ chiếm một tỷ lệ nhỏ trong toàn bộ sản lượng vật đúc (Liên Xô dự kiến tới 1990 sẽ đưa lên khoảng 25%) nhưng vẫn được chú ý nhiều vì tạo được vật đúc có độ chính xác cao, mặt nhẵn đẹp và cơ tính cũng như chất lượng kim loại đôi khi cũng tốt hơn. Có thể chia các phương pháp đúc đặc biệt thành hai nhóm chính:

- Nhóm dùng vật liệu chịu nóng để tạo khuôn, thường là khuôn dùng một lần, tạo vật đúc nhẵn bóng chính xác cao, trong đó đáng lưu ý hơn cả là phương pháp đúc trong khuôn vỏ cứng (có tiền đồ rực rỡ trong tương lai) và phương pháp đúc chính xác bằng mẫu chảy.

- Nhóm dùng khuôn bằng kim loại vật đúc chính xác, lại có cơ tính cao như đúc trong khuôn kim loại tĩnh, đúc ly tâm, đúc áp lực, đúc liên tục.

Các phương pháp đúc đặc biệt này đã áp dụng ở nước ta tại một vài xưởng nhưng mới chỉ là bước đầu, trình độ kỹ thuật cũng như mức độ cơ khí hóa đều còn thấp. Trong khi đó ở các nước đã có nhiều vật liệu mới, nhiều máy chuyên dùng bán tự động và tự động hóa phục vụ cho các phương pháp này. Ở đây chúng tôi xin giới thiệu sơ lược về nguyên lý và nêu một số đặc điểm mới về kỹ thuật.



Hình 10. Sơ đồ quá trình chế tạo khuôn vỏ cứng theo phương pháp C (Croning).

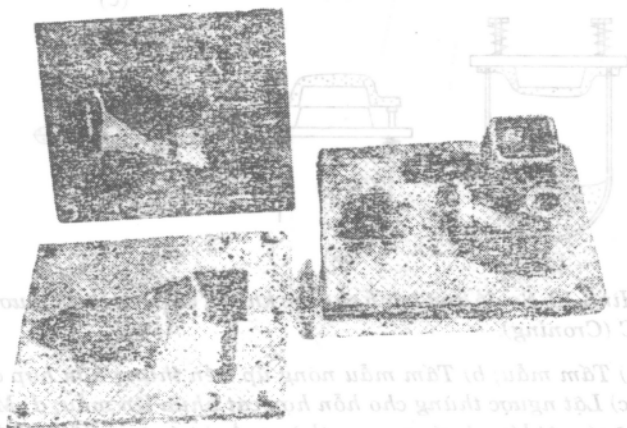
a) Tấm mẫu; b) Tấm mẫu nóng úp trên thùng hỗn hợp cát nhựa; c) Lật ngược thùng cho hỗn hợp cát nhựa lên mẫu; d) Mặt mẫu đã có một lớp vỏ cứng, quay thùng về vị trí cũ; e) Bộ chốt đẩy đã tách vỏ cát khỏi tấm mẫu; f) Khuôn vỏ cứng đã ráp;

1. Đúc trong khuôn vỏ cứng

Khuôn vỏ cứng là loại chế tạo bằng hỗn hợp cát nhựa có độ bền cao, do đó khuôn chỉ cần mỏng chừng 8 - 10mm. Khuôn nhẹ, dễ vận chuyển, tốn ít cát, dễ bảo quản. Có hai phương pháp chế tạo loại khuôn này:

PHƯƠNG PHÁP C (Croning)

Mẫu và hệ thống rót bằng gang hoặc kim loại màu được gắn lên một tấm kim loại phẳng có kèm một bộ chốt đẩy vỏ (hình 10a). Toàn thể tấm mẫu này được nung nóng tới 180 - 200°C, mặt mẫu có bôi dung dịch silicôn để tránh dính. Hỗn hợp cát gồm: cát sạch khô mịn và 2 - 7% nhựa nhiệt rắn dùng làm chất dính.



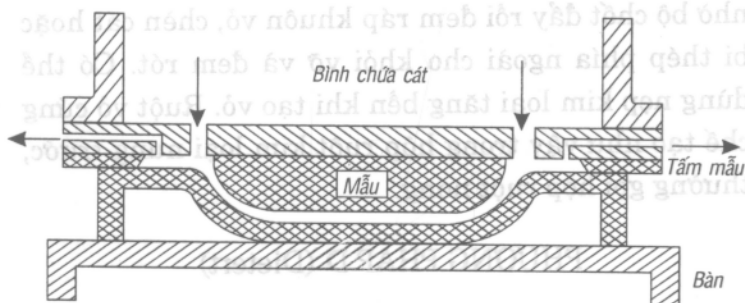
Hình 10... g) ảnh khuôn vỏ cứng trước và sau khi ráp.

Nhựa có thể dùng ở dạng bột trộn với cát, cũng có khi đã nung chảy hoặc hòa tan vào dung dịch môi rồi cho bao bọc quanh hạt cát từ trước, tạo nên cát có áo nhựa. Cách này được dùng nhiều vì tiết kiệm nhựa, chất dính phân bố đều. Khi đổ hỗn hợp cát nhựa lên mặt mẫu nóng, chỉ sau 30 giây sẽ tạo được một lớp vỏ cứng dày 5 - 10mm. Nhờ nhiệt nhựa biến mềm nhanh rồi chảy, dính hạt cát với nhau sau đó đông rắn. Đổ cát thừa trở lại thùng chứa ban đầu, còn tấm mẫu và vỏ cát được nung nóng thêm ở 300 - 450°C trong 2 phút cho bền và cứng thêm. Đẩy khuôn vỏ ra khỏi tấm mẫu nhờ bộ chốt đẩy rồi đem ráp khuôn vỏ, chèn cát hoặc bi thép phía ngoài cho khỏi vỡ và đem rót. Có thể dùng nẹp kim loại tăng bền khi tạo vỏ. Ruột vỏ cứng chế tạo như vậy trong hộp ruột kim loại nung trước, thường gọi hộp ruột nóng.

PHƯƠNG PHÁP D (Dietert)

Khác với phương pháp C, trong phương pháp này cả hai mặt của khuôn vỏ đều được tạo hình nhờ mẫu (*hình 11*). Chất dính thường dùng là nhựa hoặc dầu đông rắn nhanh và phải dùng biện pháp thổi bằng khí nén để đưa hỗn hợp cát vào hộp ruột hoặc hộp mẫu có trang bị nhiều lỗ thổi, thoát. Có thể dùng hộp đã nung nóng (khi đó hỗn hợp cát phải dùng nhựa đông rắn

nóng) hoặc hộp ruột nguội (dùng hỗn hợp cát nhựa đông rắn nguội). Phương pháp này cho năng suất làm khuôn cao hơn, và khả năng chế tạo khuôn ruột đúc vật cỡ lớn hơn so với phương pháp C. Với phương pháp này có thể dùng hỗn hợp cát - thủy tinh lỏng rồi thổi khí CO_2 , dùng thêm xương sắt hoặc hòm ngoài có tiết diện gần sát với bề mặt mẫu. Khuôn kim loại áo vỏ, có lớp vỏ bằng hỗn hợp cát - nhựa cũng được chế tạo theo phương pháp D này.



Hình 11. Sơ đồ thổi cát tạo khuôn vỏ theo phương pháp D.

Khuôn ruột vỏ cứng chế tạo như trên có nhiều ưu điểm.

- Năng suất cao, vì dễ cơ khí hóa và tự động hóa;

- Thông khí đặc biệt tốt;
- Độ chính xác cao và bề mặt nhẵn nên giảm được lượng dư gia công ở vật đúc.
- In hình tốt có khả năng đúc những chi tiết hình dáng phức tạp có cánh, có rãnh mà khuôn cát đất sét không tạo hình nổi; đúc, vật mỏng tới 2 - 3mm, lỗ 3 cạnh sắc nét.

	Hộp nguội	Hộp nóng
Điều kiện đông rắn		
- Nhiệt độ hộp	ở phòng	200 - 260° C
- Thời gian	10 giây	30 giây
- Mức độ đông rắn	thấu	(trong hộp)
Độ bền của ruột sau khi lấy ra khỏi hộp	180 - 210 N/cm ² (90 - 95% độ cứng cùng)	bề mặt ruột) 50 - 70 N/cm ² (15 - 20% độ bền cuối cùng)
Khả năng tạo khí của ruột	ít	ít - trung bình
Khả năng dễ phá dỡ	rất tốt	tốt

HỘP NÓNG VÀ HỘP NGUỘI

Hai chục năm gần đây công nghệ làm ruột dùng hỗn hợp cát nhựa, dầu phát triển rất nhanh. Ruột vỏ cứng được dùng rộng rãi hơn khuôn vỏ cứng, dùng cả với khuôn cát đất sét, khuôn kim loại. Có hai dạng công nghệ chính là hộp ruột nóng và hộp ruột nguội, cả hai loại hộp ruột đều làm bằng kim loại, nhưng hộp nóng phải làm việc ở nhiệt độ cao nên giá thành cao hơn. Có thể đánh giá hai dạng hộp nóng, hộp nguội qua bảng so sánh sau:

Ruột chế tạo theo phương pháp hộp nóng sau khi lấy ra khỏi hộp còn phải sấy thêm ở 300 - 450 độ C trong vài phút mới đạt độ bền cuối cùng.

Những năm gần đây có nhiều công nghệ cải tiến nhằm giảm nhiệt độ hộp ruột chuyển hẳn sang dùng hộp ruột nguội:

- Phương pháp không khí nóng dùng hộp ruột nguội hoặc sấy nhiệt độ thấp, vẫn dùng nhựa đóng rắn nóng, sau khi thổi hoặc bắn cát đầy hộp ruột nguội hoặc sấy nhiệt độ thấp, vẫn dùng nhựa đóng rắn nóng, sau khi thổi hoặc bắn cát đầy hộp ruột thì thổi tiếp trong khí nóng 200° C trong thời gian 20 giây. Cách này có nhiều ưu điểm: sấy nhanh, sấy thấu, không

cần lò sấy thêm ở ngoài, ruột có độ bền cao, tạo khí ít.

- Phương pháp thủy tinh lỏng - CO_2 hộp ruột nóng, hộp ruột chỉ nóng $100 - 150^\circ \text{C}$ nhưng dùng với hỗn hợp cát thủy tinh lỏng rồi thổi CO_2 . Cách này nhanh, rẻ, ruột vẫn chính xác, nếu dùng cát hạt mịn thì không cần sơn; đã sản xuất trên máy tự động cỡ ruột $0,3 - 20\text{kg}$ với năng suất 200 ruột/giờ.

2. Đúc chính xác bằng mẫu chảy

Đúc chính xác bằng mẫu chảy là một phương pháp đúc có nguyên lý làm khuôn giống như cách đúc tượng bằng mẫu sáp đã có từ hàng ngàn năm trước. Nhưng nhờ dùng khuôn ép có độ chính xác cao để tạo ra mẫu sáp và nhờ dùng hỗn hợp cát chảy lỏng với chất dính đặc biệt đã tạo được vỏ khuôn có độ bền cao nên sản phẩm đúc ra chính xác hơn nhiều, do đó phương pháp đúc bằng mẫu chảy đã nhanh chóng phát triển và chiếm một vị trí độc đáo trong ngành chế tạo máy, sản xuất những chi tiết nhỏ, độ chính xác cao, không cần gia công hoặc không thể gia công. Quá trình sản xuất gồm có những bước sau (xem hình 12):

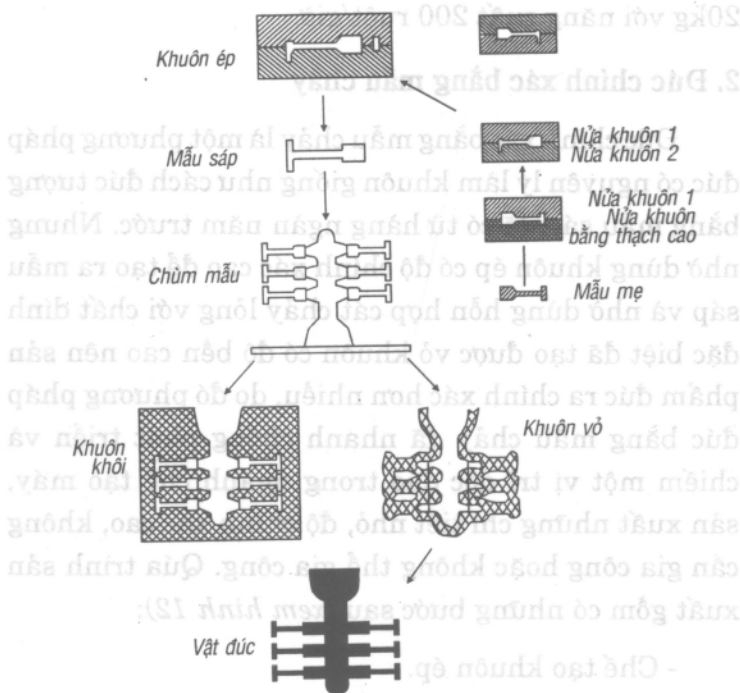
- Chế tạo khuôn ép.

- Từ khuôn ép sản xuất ra mẫu sáp rồi ráp mẫu thành chùm.

- Áo vò: cho hỗn hợp cát lỏng bao quanh chùm mẫu để tạo khuôn vỏ hoặc khuôn khối.

- Làm chảy mẫu rồi nung khuôn vỏ tới nhiệt độ cao.

- Rót và làm sạch vật đúc.



Hình 12. Sơ đồ quá trình chế tạo vật đúc dùng mẫu chảy.

Dưới đây sẽ nói kỹ hơn về đặc điểm kỹ thuật của từng bước.

Khuôn ép: thường bằng kim loại và được gia công rất chính xác: bằng thép thì bền lâu, bằng hợp kim nhôm hoặc hợp kim dễ chảy dễ gia công hơn; có thể dùng nhựa epoxi, cao su lưu hóa để làm khuôn ép. Khi không yêu cầu chính xác cao, với sản lượng ít còn có thể dùng khuôn thạch cao.

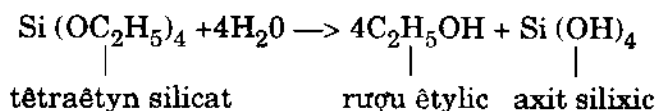
Về sản xuất mẫu, thường dùng nhất là mẫu bằng hỗn hợp sáp trong đó có sáp thiên nhiên pha lẫn với sáp tổng hợp, đảm bảo sao cho nhiệt độ chảy thấp (khoảng 55 - 90° C), mẫu bền, co ít, ổn định kích thước, nhiệt độ biến mềm phải giữ mẫu ở nhiệt độ trong phòng 10 - 15 độ C; nếu không phải giữ mẫu ở nhiệt độ thấp để ổn định kích thước trước lúc dùng. Chế tạo mẫu bằng cách dùng bơm rót ép sáp ở trạng thái sệt vào khuôn ép. Ngày nay người ta chú ý nhiều đến việc chế tạo thiết bị phun ép sáp có kiểm tra tự động nhiệt độ sáp, áp lực và tốc độ phun ép sáp (tới 28 daN/cm²). Vật liệu làm mẫu cũng được nghiên cứu nhiều, ngoài sáp người ta đã dùng nhựa, ví dụ nhựa xốp polystyrôn vừa nhẹ, rẻ, dẫn nở nhiệt nhỏ hơn sáp nhiều nên kích thước ít biến đổi theo nhiệt độ.

Tạo khuôn khối: rót hỗn hợp cát lỏng vào hộp bao quanh chùm mẫu sáp, rung hoặc hút chân không cho bọt khí thoát ra rồi chờ cho hỗn hợp đông rắn, khoảng

12 - 24 giờ sau mới tách mẫu ra và được khuôn khối (thường dùng đúc hợp kim màu).

Tạo khuôn vỏ: nhúng chũm mẫu vào hỗn hợp cát lỏng để mẫu được bao một lớp mỏng vừa đủ, rắc cát khô lên, dùng hóa chất NH_3 hoặc hong gió nóng cho lớp vỏ chịu nóng khô, sau đó lại nhúng tạo lớp mới (nói chung từ 3 - 15 lớp). Động tác này gọi là áo vỏ. Cách tạo khuôn này rẻ, thời gian khô cứng ngắn hơn (tổng cộng chỉ 20 - 150 phút).

Về kỹ thuật tạo khuôn quan trọng nhất là chất dính dùng trong hỗn hợp chịu nóng. Thường dùng nhiều nhất và cũng tạo ra khuôn có chất lượng cao là êtyn silicat. Chất này ở dạng lỏng chỉ trở nên dính khi tác dụng với nước và tạo ra chất keo axit silixic (gọi là tạo gel) theo phản ứng:



Phản ứng chỉ xảy ra khi dư H_2O , có rượu hoặc axêton để hòa tan êtyn silicat, có HCl làm chất xúc tác. Dung dịch êtyn silicat đã thủy phân này trộn với bột cát SiO_2 mịn với tỷ lệ 1 dung dịch / 2 bột cát sẽ được dùng để áo vỏ và chỉ cần 15 - 60 phút sẽ khô cứng. Nếu dùng thêm NH_4OH sẽ đông rắn nhanh hơn. Khi sấy, nước và rượu bốc hơi nên khuôn vỏ chỉ gồm

màng silicat bao quanh những hạt cát, độ chịu nóng của vỏ sẽ rất cao.

Ở nước ta, etyn silicat đắt nên dùng thủy tinh lỏng sẽ dễ kiếm hơn. Thủy tinh lỏng phải chọn loại có môđun cao hoặc phải dùng NH_4Cl để xử lý tăng môđun tới 3,1 - 3,3, lượng dùng cao hơn, khoảng 1 nước thủy tinh / 1 bột cát (bột SiO_2). Còn có rất nhiều cách pha chế hỗn hợp cát lỏng dùng cho đúc mẫu chảy.

Ngoài ra có thể dùng xi măng pooclan, photphat amôn hai hydro làm chất dính. Nếu đúc hợp kim màu như nhôm, đồng có thể dùng thạch cao để tạo khuôn khối.

Làm chảy mẫu và nung khuôn cũng là thao tác quan trọng, không chú ý dễ làm nứt khuôn do mẫu giãn nở nhiệt lớn. Có nhiều cách làm chảy mẫu:

- Nung mẫu và khuôn trong nước, không khí nóng hoặc hơi nước, ở nhiệt độ khoảng 85 - 90° C, trên nhiệt độ chảy của sáp một chút.

- Đưa khuôn đột ngột vào lò 1000° C, với gradien nhiệt độ lớn, sáp ở bề mặt mẫu chảy nhưng bên trong khối sáp chưa kịp giãn nở. Với cách này đồng thời làm chảy mẫu vừa nung khuôn, chỉ mất khoảng 2 giờ.

- Nhúng khuôn trong sáp nóng chảy ở 190 - 210 độ C hoặc tốt hơn là trong chất lỏng có nhiệt độ sôi cao (poliglycol) ở 200 - 250° C, quá trình thủy phân và

trùng ngưng sẽ tiếp tục làm khuôn bền thêm 1,5 - 2 lần.

Chú ý rằng với mẫu polystirôn chỉ thấy ở nhiệt độ dưới 70° C để tránh sự dẫn nở nhiệt đột ngột ở khoảng 82° C. Sau đó nung ở nhiệt độ cao mẫu sẽ bốc hơi.

Nhiệt độ nung khuôn thường khoảng 850 - 950°C, đảm bảo cho sáp dính ở bên mặt khuôn cháy hết và nhiệt độ khuôn cao (nếu rót ngay kim loại sẽ in hình khuôn rõ nét). Riêng với khuôn thạch cao chỉ sấy khoảng 550-650° C để tránh sự phân hủy.

Đúc chính xác bằng mẫu chảy dùng khuôn không có mặt ráp thích hợp với các chi tiết nhỏ dưới 5kg, cần độ chính xác cao. Thực ra với phương pháp này có khả năng chế tạo những vật đúc từ 0,02 - 140kg, lỗ nhỏ tới 2, và thành dày 1 - 10mm, kích thước có thể tới 1m; song với chi tiết lớn độ chính xác có kém đi.

Vì giá thành tương đối cao, phương pháp đúc này chỉ dùng khi sản lượng lớn để đủ khấu hao khuôn ép (dù rằng khuôn ép này rẻ hơn khuôn dùng đúc áp lực nhiều) và dùng trong trường hợp cần giảm khối lượng gia công cơ nhiều (khuôn dập) hoặc dùng đúc những chi tiết bằng hợp kim chống mòn, rất rắn (cánh tuabin rất khó gia công cơ).

Những năm gần đây, người ta đã đẩy mạnh việc

cơ khí hóa và tự động hóa quá trình đúc chính xác bằng mẫu chảy có nhiều thao tác tỉ mỉ nói trên, nhờ đó giá thành giảm. Ví dụ đã chế tạo thiết bị liên hoàn do một người điều khiển 1 giờ sản xuất được 20 khuôn. Ở Liên Xô đã có những dây truyền đúc tự động hóa công suất 500.000 khuôn / năm; sản lượng tới 2500 t/năm ở một xưởng. Mặt khác người ta cũng nghiên cứu những chất dính mới cho công nghệ đúc này: tạo gel axit silixic hòa tan trong nước, tránh dùng các dung môi hữu cơ, thời gian khô cứng dài hơn nhưng giá thành hạ và an toàn hơn, ít sợ cháy. Nhiều xưởng đúc mẫu chảy cũng đã dùng những loại ô tô cla an toàn cỡ lớn, để có thể tăng nhiệt độ hơi nước tới 150°C , chịu áp lực tới 5 atm.

3. Đúc chính xác dùng mẫu vĩnh cửu

Khác với phương pháp đúc dùng mẫu chảy đã trình bày, trong các phương pháp đúc sau người ta dùng mẫu có gia công bề mặt chính xác bằng gỗ có tráng nhựa cho nhẵn, kim loại, thạch cao hoặc cao su đồng thời dùng hỗn hợp làm khuôn có hạt mịn bền. Khuôn chế tạo gồm hai nửa, khi đúc ghép hai nửa lại chứ không liền khối như khuôn dùng mẫu chảy. Vật đúc chế tạo ra có độ chính xác và nhẵn bóng, cao, tuy thua phương pháp đúc dùng mẫu chảy chút ít nhưng vẫn được dùng nhiều trong sản xuất hàng loại nhỏ.

Phương pháp Shaw (khuôn gồm khối). Dùng hỗn hợp cát lỏng có bột SiO_2 (cát rất mịn) và dung dịch êtyl silicat đã thủy phân có pha thêm cacbonat amôn để điều chỉnh thời gian đông rắn, pha nhiều sẽ rắn nhanh. Rót hỗn hợp cát lên mặt mẫu có bôi sáp hoặc silicôn. Chỉ vài phút đồng hồ, hỗn hợp đông rắn và có thể rút mẫu ra khỏi khuôn. Lúc này mặt khuôn còn mềm, đàn hồi được. Để khô hoặc sấy, rượu bốc ra gây vết nứt tế vi ở khuôn, làm tăng độ thông khí. Nung $1000 - 1100^\circ \text{C}$ trong 4 - 12 giờ cho rượu và nước bốc hết, khuôn khô đem ráp và rót nóng hoặc nguội đều được cả. Rót xong cũng dễ phá dỡ. Phương pháp này có giá thành còn cao do êtyl silicat đắt. Nếu chỉ dùng êtyl silicat để tạo một lớp khuôn mỏng 10 - 15mm còn phía ngoài dùng hỗn hợp samot với thủy tinh lỏng thì có thể giảm được giá thành.

Phương pháp này được dùng để chế tạo khuôn rên dập, cánh tuabin, khuôn ép nhựa, các dụng cụ dùng trong xưởng đúc như khuôn kim loại, tấm mẫu, hộp ruột bằng gang, nhôm. Hiện cũng đã chế tạo máy tự động kiểu đu quay sản xuất khuôn hai lớp năng suất 1 khuôn / phút. Với phương pháp này có thể đúc vật từ 0,5 - 700kg, thành có thể mỏng tới 1,5mm.

Khuôn thạch cao. Khuôn thạch cao được dùng để đúc các chi tiết bằng hợp kim màu, nhiệt độ kim loại rót khuôn không quá 1200°C .

Thạch cao sống có công thức $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ khi sấy ở 170°C sẽ thành $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hemihydrat, nghiền mịn ta sẽ được thạch cao bột dùng làm khuôn. Khi trộn với nước, thạch cao sẽ hút nước và kết tinh lại, tạo mạng không gian bền cứng. Thường dùng hỗn hợp 80% thạch cao, 20% amian sợi và khoảng 50 - 52% nước, sau khi khô độ bền kéo đạt khoảng 4 - 4,5daN/cm². Thêm amian để tăng bền, muốn tăng thông khí thì thêm chất tạo bọt lúc khuấy trộn thạch cao với nước hoặc xử lý thạch cao bằng hơi nước áp suất cao trong ô tô cla để tạo rãnh thông khí giữa hạt khi kết tinh lại thạch cao. Hỗn hợp thạch cao pha nước đem đổ lên mặt mẫu để một lúc sẽ đông rắn. Sau đó sấy 230 - 350 độ C khoảng 6 - 10 giờ, nung 700 - 800 độ C trong 2 giờ (nếu đúc đồng). Muốn tránh rỗ, cần sấy cho hết nước, khi đó cần thời gian dài hơn nữa. Đặc biệt cần chú ý tới đặc tính dễ nứt khi làm nguội của khuôn thạch cao, do đó phải làm nguội cùng với lò tới 300 - 350 độ C rồi mới lấy ra ngoài.

Tốt nhất là rót khuôn thạch cao trong chân không, đảm bảo tránh được rỗ hơi và có thể đúc thành mỏng tới 0,2mm.

Thạch cao tuy rẻ nhưng giá thành khuôn vẫn cao do thạch cao đông rắn không dùng lại được nữa, chế tạo khuôn cũng đơn giản nhưng chu kỳ sản xuất dài;

có thể đúc vật mỏng, khá chính xác, khối lượng tới hàng trăm kg.

4. Đúc trong khuôn kim loại

Khuôn kim loại được dùng để đúc đạn súng thần công từ thế kỷ 15 và cuối thế kỷ trước đã được dùng nhiều để đúc hợp kim màu, riêng với đúc gang mới bắt đầu dùng từ đại chiến thứ 2.

Khuôn kim loại còn được gọi là khuôn vĩnh cửu vì dùng đúc nhiều lần. Khuôn bằng gang khi đúc hợp kim màu có thể dùng tới 10000 lần rót, khi đúc các chi tiết nhỏ đơn giản bằng gang, thép; tuổi thọ của khuôn cũng tới 3000-5000 lần rót. Thực ra đối với những chi tiết lớn cỡ 600 - 9500kg tuổi thọ của khuôn chỉ cần 10 lần rót là đã có lợi.

So với khuôn cát, dùng khuôn kim loại để đúc có nhiều điểm tốt hơn:

- Chu kỳ sản xuất ngắn nếu cơ khí hóa thì chỉ chừng một phút.

- Vật đúc chính xác, bề mặt nhẵn đẹp, lượng dư gia công ít hơn so với đúc khuôn cát - đất sét 2 - 3 lần.

- Cơ tính vật đúc cao hơn do khuôn kim loại có tốc độ làm nguội lớn.

- Năng suất cao, tiết kiệm cát (chỉ dùng cát làm ruột) do đó giá thành rẻ hơn.

Song khuôn kim loại cũng có một số nhược điểm:

- Gia thành khuôn cao, chế tạo lâu.
- Khó đúc những vật có thành mỏng (2,5 - 3mm); diện rộng.
- Do cứng không co bóp được nên vật đúc dễ có ứng suất trong, dễ vênh hoặc nứt.

Thực tế khuôn kim loại được dùng nhiều chủ yếu trong sản xuất đúc hàng loạt lớn những chi tiết đơn giản bằng hợp kim nhôm, hợp kim đồng và các hợp kim màu khác (thành dày có thể từ 3 - 100 mm). Với gang và thép cũng dùng khuôn kim loại để đúc những vật từ vài trăm gam tới 12 - 14 tấn nhưng chưa phổ biến, vì còn một số trở ngại như: nhiệt độ thép lỏng cao làm tuổi thọ khuôn kém nên giá thành cao, đúc gang dễ bị biến trắng khó gia công cơ. Trường hợp vật đúc cần có tổ chức biến trắng như trục cán thì dùng khuôn kim loại rất có lợi. Dùng khuôn kim loại để đúc gang dẻo rất tốt: giảm 50% thời gian ủ, lại có thể dùng gang thành phần cacbon hơi cao, dễ nấu trong lò đứng. Khuôn đúc thổi bằng gang cầu nếu đúc trong khuôn

kim loại sẽ có tuổi thọ gấp 2,6 lần gang xám thường và cũng cao hơn gang cầu đúc trong khuôn cát.

Về kỹ thuật đúc trong khuôn kim loại, người ta quan tâm nhiều tới chế độ nhiệt của khuôn. Điều khiển được chế độ nhiệt hợp lý tức là khống chế tốc độ nguội của vật đúc tạo được tổ chức kim loại mong muốn.

Khuôn thường làm bằng gang xám có hàm lượng C3,5%, Si khoảng 2%, ít P và rất ít ; nếu làm bằng gang cầu hoặc gang cầu có 4 - 6% Si thì càng tốt. Cũng có khi dùng thép cacbon, thép hợp kim để làm khuôn hoặc dùng khuôn bằng hợp kim nhôm đã qua anốt hóa tạo một màng ôxit nhôm ở bề mặt có khả năng chịu nhiệt tới 2050 độ C (khuôn Parlanti); khuôn nhôm truyền dịch nhanh nên có thể đúc cả gang, thép mà không sợ hỏng, vật đúc nhân đẹp cơ tính cao, ít ứng suất.

Kết cấu khuôn kim loại tùy thuộc hình dáng vật đúc. Khuôn có thể liền khối, có một mặt ráp nằm ngang hoặc hai mặt ráp thẳng góc. Ruột nhỏ và đơn giản thì làm bằng kim loại; ruột cát cũng hay dùng khi cần có độ co bóp tốt, cần tạo bề mặt có hình dạng phức tạp (ruột cát tươi thì tốt, ruột vỏ cứng càng tốt hơn); thường bố trí hệ thống rót nằm trong ruột cát để rót được êm, không xoáy, không bắn té tạo hạt sắt.

Chiều dày thành khuôn là một thông số quan trọng. Khuông dày thì khả năng làm nguội sẽ lớn. Khi đúc gang nếu muốn gang kết tinh xám thì thành khuôn nên mỏng dĩ nhiên không mỏng quá để tránh biến dạng khuôn.

Sơn khuôn bằng bột chịu nóng samôt, grafit, thạch anh,... cũng là biện pháp tốt để giảm tốc độ làm nguội (chống trắng khi đúc gang), chống va đập nhiệt tăng tuổi thọ khuôn. Thường sơn mỏng, nhiều lớp; mặt ngoài phủ thêm mỡ hóng của ngọn lửa axetylen cho dễ tháo khuôn. Muốn chống biến trắng thì sơn dày, dùng ferôsilic một để tạo màng. Với khuôn dùng đúc hợp kim màu có thể tráng men ở bề mặt để tăng tuổi thọ. Ngoài ra khi đúc phải nung nóng khoảng 200 - 250 độ C để giảm bớt tốc độ nguội và tránh cho khuôn khỏi bị nứt vì va đập nhiệt. Nhiệt độ khuôn, nhiệt độ kim loại lỏng khi rót và nhiệt độ vật đúc khi dỡ đều là những thông số cần khống chế tùy theo hợp kim đúc nếu muốn vật đúc ít ứng suất, gang không bị biến trắng.

Riêng với gang xám đúc trong khuôn kim loại, vấn đề chống biến trắng được quan tâm nhiều. Ngày nay người ta có thể đúc trong khuôn kim loại những vật đúc thành mỏng tới 3mm mà không bị trắng nếu dùng gang có hàm lượng Si và P cao. Vai trò của thành

phần hóa học gang lỏng trong việc chống biến trắng rất được coi trọng (tác dụng khoảng 60%, trong khi đó tác dụng của tốc độ làm nguội 30%, thành phần sơ 20%). Ví dụ về thành phần gang đúc trong khuôn kim loại:

C	Si	Mn	S	P
3,2-3,8	2,4-3	0,6	0,1	0,3-0,7

Nếu điều khiển chế độ nguội tốt thì đúc ra được gang xám, chỉ cần ủ khử nội lực ở nhiệt độ thấp; ngược lại nếu để biến trắng sẽ phải ủ nhiệt độ cao thời gian dài vừa đắt vừa giảm cơ tính.

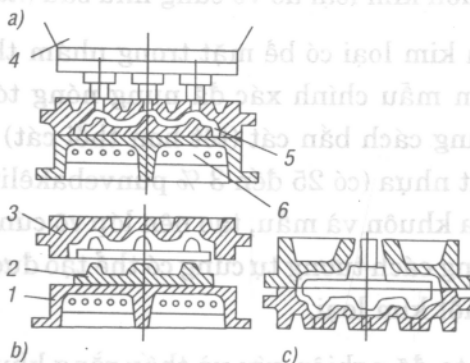
Xu hướng hoàn thiện công nghệ đúc trong khuôn kim loại ở thế giới ngày nay:

a) Tăng cường làm nguội khuôn để đạt được tổ chức kim loại tốt hơn, cơ tính cao hơn; mặt khác có thể đúc những vật lớn, thành dày, những hợp kim có khoảng đông lớn hoặc nhiệt độ chảy cao; thường dùng một số cách sau:

- Thành khuôn chỉ cần dày 12,5 - 30mm nhưng mặt ngoài có gai và được thổi gió để làm nguội.

- Dùng khối làm nguội bằng nhôm (trong có ống nước chảy) áp sát vào thành khuôn ở chỗ cần làm nguội nhanh.

Dùng khuôn bằng nhôm hoặc bằng thép mỏng thành, làm nguội bằng nước hoặc bốc hơi (thổi lẫn nước và gió) như cách làm của Stolzel ở xưởng đúc gang dẹt VEB Eisenwerke Schonheiderhammer.



Hình 13. Sơ đồ quá trình tạo áo vỏ cứng cho khuôn kim loại:

a) thổi hỗn hợp cát - nhựa; b) tách khuôn kim loại đã tạo áo vỏ cứng khỏi tấm mẫu; c) khuôn đã ráp

1. Tấm đỡ mẫu; 2. mẫu; 3. khuôn kim loại; 4. đầu máy thổi cát; 5. lớp vỏ cứng; 6. điện trở nung nóng tấm mẫu.

b) Giảm bớt tốc độ làm nguội của khuôn bằng cách tạo một lớp hỗn hợp cát khá dày ở bề mặt làm việc, nhờ đó có thể đúc vật lớn, hoặc đúc gang mà không sợ bị biến trắng. Những năm gần đây phát triển phương pháp đúc trong khuôn kim loại có áo vỏ cứng. Dạng khuôn này tránh được nhiều nhược điểm và phát huy ưu điểm của hai loại khuôn: vỏ cứng và kim loại. Cách chế tạo khuôn kim loại áo vỏ cứng như sau (hình 13).

Khuôn kim loại có bề mặt trong nhám thô được đặt lên tấm mẫu chính xác đã nung nóng tới $200 - 220^{\circ}\text{C}$. Dùng cách bắn cát (tốt hơn thổi cát) để đưa hỗn hợp cát nhựa (có 25 đến 3 % punvebakêlit¹) vào khe hở giữa khuôn và mẫu, tạo nên lớp vỏ cứng dày 3 - 5 mm. Bằng cách tương tự cũng có thể tạo được áo vỏ cứng cho một kim loại.

Người ta đã nghiên cứu và thấy rằng khuôn kim loại có vỏ cứng vẫn đảm bảo cho vật đúc có cơ tính cao. Mặt khác lại rẻ hơn, dễ chế tạo hơn vì không cần gia công bề mặt làm việc; tuổi thọ cao hơn; khuôn ruột lại có khả năng co bóp, dễ phá dỡ, ít gây ứng suất ở vật đúc; độ chính xác của áo cứng cũng cao hơn khuôn vỏ cứng thường do tựa vào khuôn kim loại, tránh được cong vênh.

(1) Punvebakêlit : phenol - formallêhit.

Viện nghiên cứu các phương pháp đúc đặc biệt “NIIXL” ở Liên Xô đã thiết kế hàng loạt thiết bị liên hợp sản xuất khuôn cho công nghệ đúc này, năng suất 60 khuôn / giờ và đã có những dây truyền đưa vào sản xuất trực khuỷu gang cầu 5 - 6 năm nay, mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

c) Cơ khí hóa và tự động hóa quá trình đúc trong khuôn kim loại tinh cũng được chú ý nhiều, vì có tác dụng tăng năng suất, cải thiện điều kiện lao động, ổn định chế độ nhiệt của khuôn do đó ổn định chất lượng vật đúc. Việc đóng mở, đặt ruột hoặc rút ruột, tháo dỡ vật đúc, sơn khuôn,... thường phải thao tác nhanh chóng, đúng lúc để tránh cho vật đúc khỏi bị kẹt trong khuôn hoặc để đảm bảo chất lượng (tránh nứt, biến trắng,...). Nếu không được cơ khí hóa, công nhân phải thao tác trong điều kiện khuôn nóng sẽ rất vất vả, gây tỷ lệ hỏng cao. Người ta thường dùng những cơ cấu làm việc bằng khí nén hoặc dầu ép để thực hiện các thao tác trên. Người ta đã chế tạo những máy vạn năng một hoặc hai khuôn hoặc máy kiểu đu quay, kiểu băng truyền nhiều khuôn. Cũng chế tạo các máy chuyên dùng như máy đúc pittông nhôm có 4 khuôn năng suất 300 - 400 cái / giờ (máy FM4 của hãng F. A. T. A Italia hoặc máy 91591 của Liên Xô do “VNIILITMAS” thiết kế).

d) Ngoài ra người ta còn nghiên cứu cải tiến kết cấu khuôn hoặc cách rót như:

- Dùng bơm chân không để hút không khí trong lỗ khuôn đúc rót, đảm bảo điền đầy những vật mỏng thành.

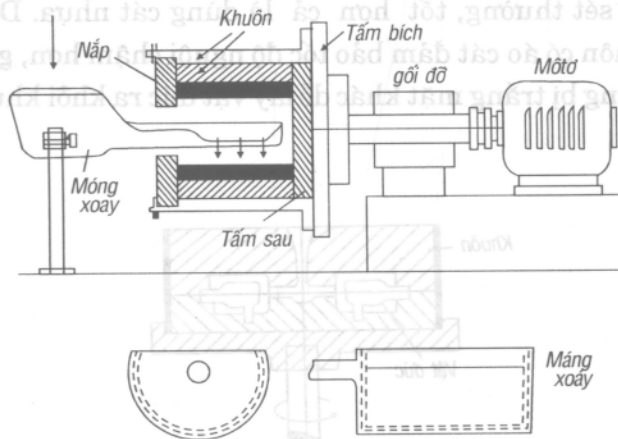
- Dùng khuôn ghép bằng nhiều tấm mỏng hoặc ghép dán từ những khối kim loại đã tiêu chuẩn hóa hình tháp, hình lăng trụ. Loại khuôn này có khe hở, khi bị nung nóng khuôn có chỗ để giãn nở nên ít bị nứt bề mặt, tuổi thọ sẽ cao hơn, thường được dùng đúc những hợp kim có nhiệt độ chảy cao (đồng, gang, thép), đúc những chi tiết không phức tạp lắm như: cánh tuabin, chân vịt, đế búa,... và có thể dùng cả trong sản xuất hàng loại nhỏ.

5. Đúc ly tâm

Đúc ly tâm được phát minh từ 1809 (do A. G. Eckhardt) và sau năm 1920 bắt đầu được dùng nhiều để sản xuất ống gang, phôi cho sômi, vòng răng (secmăng), bạc lót. Muốn chế tạo ống bằng kim loại kép cũng có thể dùng cách đúc ly tâm, rót kế tiếp hai hợp kim với điều kiện không chế chặt chẽ khoảng thời gian cách quãng giữa hai đợt rót hoặc rót kim loại lỏng vào một vỏ thép đã được nung nóng trước để hàn dính liền.

Khi đúc ly tâm ống, khuôn quay quanh trục của nó, lực ly tâm ép kim loại lỏng sát thành khuôn tạo lỗ trong ống mà không cần dùng ruột. Chiều dày thành ống do lượng kim loại lỏng rót vào khuôn quyết định (hình 14). Trường hợp cần đường kính trong của ống không đổi hoặc thành ống không dày đều thì mới phải dùng ruột cát.

Đối với vật hình dạng tròn xoay đơn giản thường dùng khuôn kim loại, mặt trong sơn lớp huyền phù

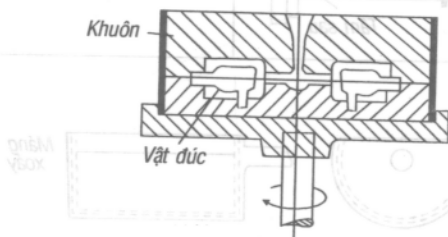


Hình 14: Sơ đồ máy đúc tâm trục nằm ngang

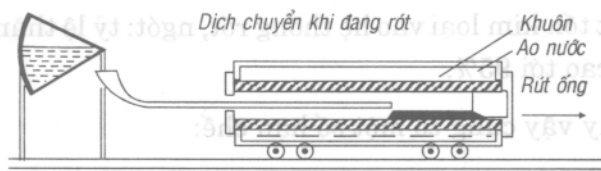
chịu nóng hoặc rắc bột khô (grafit, pherosilic) để cách nhiệt, tạo mầm (chống biến trắng khi đúc gang).

Với vật phức tạp, sản lượng ít thì dùng khuôn cát thường (hỗn hợp có độ bền cao), khuôn mẫu chảy, khuôn grafit. Khi đó thường bố trí khuôn đối xứng qua trục quay thẳng đứng đồng thời là ống rót (hình 15).

Đúc ống dài dùng máy đúc ly tâm trục nằm ngang (hình 16) với khuôn kim loại hoặc khuôn kim loại có lớp áo bằng cát. Lớp áo này có thể bằng hỗn hợp cát - đất sét thường, tốt hơn cả là dùng cát nhựa. Dùng khuôn có áo cát đảm bảo tốc độ nguội chậm hơn, gang không bị trắng mặt khác dễ lấy vật đúc ra khỏi khuôn.



Hình 15. Đúc ly tâm khuôn cát thường



Hình 16: Sơ đồ đúc ly tâm ống dài

Ngoài ra khi đúc ly tâm còn dùng khuôn kim loại nhiều lớp, khuôn kim loại có phun nước làm nguội nhanh hoặc khuôn được hút chân (áp suất còn 60 - 160mmHg) khi rót kim loại lỏng.

Người ta còn dùng phương pháp đúc ly tâm để chế tạo bánh mài: rắc hạt mài vào khuôn trước, lực ly tâm sẽ phân bố đều hạt ở bề mặt khuôn (nung nóng đến 600 độ C bằng dòng điện cảm ứng), hợp kim nhôm lỏng rót vào sau sẽ liên kết hạt mài tạo thành bánh mài có chất lượng tốt.

So với đúc trong khuôn tĩnh, đúc ly tâm có nhiều ưu điểm:

- Vật đúc có tổ chức kim loại rất chặt ở mặt ngoài.
- Không cần ruột vữa tạo được lỗ rỗng.
- Ít tổn kim loại vào hệ thống rót, ngót: tỷ lệ thành phẩm cao tới 95%.

Tuy vậy cũng có một số hạn chế:

- Khó đúc những hợp kim dễ thiên tích.
- Thường chỉ dùng đúc vật tròn xoay rỗng: mặt trong những ống rỗng này không có kích thước chính xác, dễ lẫn xỉ bắn hoặc bọt khí.

Cách đúc ly tâm có thể dùng để chế tạo những vật thành dày từ 3 tới 200mm, khối lượng có thể tới 45t; đúc được nhiều loại hợp kim.

Khi sử dụng cần chú ý tới:

- Độ bền của khuôn (thường chịu áp lực 5 - 10 daN/cm² với tốc độ vòng 6 - 8m), khuôn nên làm bằng gang bền cao hoặc thép có thành dày gấp 1,5 - 2 lần thành vật đúc.
- Kết cấu khuôn và chế độ nhiệt sao cho dễ tháo dỡ vật đúc, đảm bảo chất lượng vật đúc.

- An toàn của máy: cân bằng máy chống rung, có chụp bảo vệ để tránh tai nạn.

Tuy có lịch sử lâu đời trên 150 năm đúc ly tâm vẫn còn đang được phát triển dùng ở nhiều nước nhằm những hướng kỹ thuật sau:

- Đúc ống gang 50 dài 3,2 m trong khuôn có lớp áo cát đất sét; đúc ống bằng gang graphit cầu bền, mỏng, những loại ống đường kính trên 2m. Có triển vọng dùng những loại ống gang này để dẫn dầu, khí đốt thay cho ống thép, vừa rẻ hơn lại vững ăn mòn hơn. Sản lượng ống gang graphit cầu ở Nhật rất lớn (300000 tấn trong năm 1966, chiếm 70% tổng sản lượng ống). Sản lượng ống đúc theo phương pháp ly tâm ở Liên Xô cũng lớn, tới 72% trong khi đó đúc liên tục chỉ 25,8% (năm 1967).

- Đúc phôi thép dạng ống để rồi đem cán thành ống các loại cũng rất lợi vì tiết kiệm kim loại (25 - 50%) giảm thời gian nung nóng kim loại (2,5 - 3 lần), giảm tiêu hao năng lượng (4 - 6 lần). Đây là một lĩnh vực áp dụng mới của đúc ly tâm đang có chiều hướng phát triển mạnh.

- Đúc ly tâm hai lớp kim loại dùng sản xuất trục cán, lớp ngoài là hợp kim vững mài mòn, lớp trong là

hợp kim dẻo hoặc sản xuất ống kim loại trong đó có một lớp thủy tinh để dùng trong công nghiệp hóa học:

- Đã chế tạo máy đúc ly tâm chuyên dùng năng suất 180 vật đúc/giờ để đúc rôto cỡ nhỏ.

6. Đúc áp lực

Đúc áp lực là một phương pháp chế tạo vật đúc có năng suất cao, có điều kiện tự động hoàn toàn; độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt vật đúc cũng thuộc loại cao nhất.

Kim loại lỏng được rót vào buồng đặc biệt gọi là buồng ép rồi được pittông đẩy vào khuôn bằng kim loại. Kim loại lỏng sẽ kết tinh dưới áp suất dư rất cao ($300 - 5000 \text{ daN/cm}^2$). Tốc độ dòng kim loại lỏng chảy vào khuôn lên tới $0,5 - 120 \text{ m/s}$, đảm bảo đúc những vật thành mỏng tới $0,8 - 6 \text{ mm}$, những lỗ nhỏ 1 mm và đúc cả răng, ren.

Đúc áp lực cao được dùng trong sản xuất lớn, đúc hợp kim màu có nhiệt độ chảy tương đối thấp, khối lượng vật đúc từ vài gam tới 65 kg (nhôm) hoặc 90 kg (kẽm). thành vật đúc không nên dày quá $5 - 8 \text{ mm}$.

Đúc áp lực cao có nhiều ưu điểm:

- Khuôn kim loại dùng được nhiều lần (đúc nhôm có thể từ 100000 đến 250000; còn đúc kẽm, chì có thể tới 500000 lần).

- Tổ chức kim loại của vật đúc nhỏ mịn nhờ tác dụng nguội nhanh của khuôn kim loại và nhờ áp lực cao (tăng cường trao đổi nhiệt, bỏ ngót).

- Hoàn toàn không dùng đến cát làm khuôn và ruột cát.

- Do bề mặt khuôn có độ nhẵn bóng và độ chính xác cao nên vật đúc có thể đạt độ chính xác từ cấp 3 đến cấp 5, độ nhẵn bóng tới 5 hoặc 7, phần lớn đem dùng ngay không cần gia công cơ.

- Năng suất cao, có thể đạt 1000 - 3600 lần ép/giờ.

Song đúc áp lực cao cũng có một số nhược điểm:

- Giá thành khuôn rất cao, nhất là khi đúc các hợp kim có nhiệt độ chảy cao như đồng, thép; vật liệu làm khuôn thường phải là loại hợp kim chịu nóng đặc biệt, gia công cơ tỉ mỉ và nhiệt luyện theo chế độ riêng.

- Vật đúc có nhiều rỗ khí bên trong do dòng kim loại chảy vào khuôn cuốn theo bọt không khí và do kết

tình nhanh không thoát được ra ngoài; thường phải chú ý kiểm tra điều kiện rót.

- Kích thước và khối lượng vật đúc bị hạn chế theo cỡ máy đúc; thường những chi tiết nào muốn đem đúc áp lực cũng phải thiết kế lại cho phù hợp.

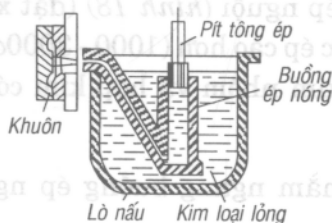
- Tỷ lệ thành phẩm nhỏ vì hệ thống rót lớn.

Về kỹ thuật đúc áp lực cao thường người ta chú ý hai mặt: khuôn và máy.

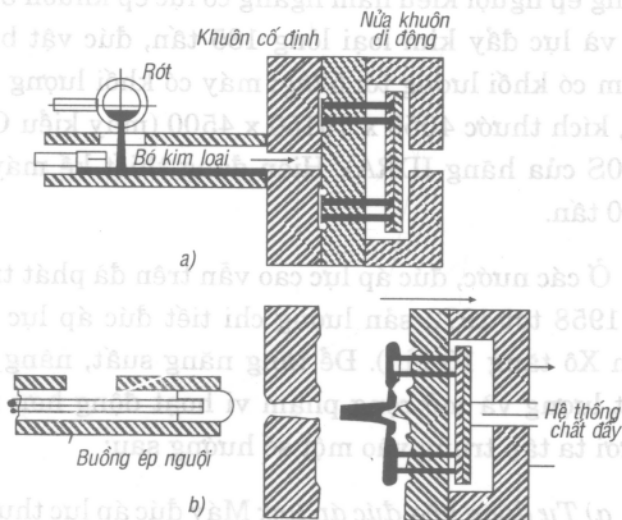
Khuôn đúc áp lực cao khó chế tạo hơn những khuôn kim loại khác vì phải làm việc trong điều kiện nhiệt độ và áp suất lớn, lại phải có kích thước chính xác và độ nhẵn bóng cao. Thường muốn có khuôn tốt dùng được lâu phải quan tâm tới nhiều vấn đề: chọn vật liệu có độ bền vững cao, kết cấu khuôn hợp lý, có những máy chuyên dùng và thợ giỏi dành riêng cho việc gia công khuôn, áp dụng những chế độ nhiệt luyện thích hợp, kim loại lỏng rót khuôn chỉ quá nhiệt $10 - 20^{\circ}\text{C}$ trên đường lỏng; khi rót không nên để nhiệt độ khuôn cao quá để tránh hàn dính vào vật đúc.

Máy đúc có nhiều loại.

- Buồn ép nóng (*hình 17*) (nhúng trong nồi kim loại lỏng) chỉ dùng với hợp kim nhiệt độ chảy thấp như kẽm.



Hình 18: Sơ đồ đúc áp lực dùng buồng ép nóng



Hình 18: Sơ đồ đúc áp lực dùng buồng ép nguội:

a) trước lúc đúc; b) đúc xong lấy vật đúc khỏi khuôn

- Buồng ép nguội (*hình 18*) (đặt xa nồi kim loại) có thể dùng lực ép cao hơn ($1000 - 3000 daN/cm^2$, dùng khi đúc hợp kim nhôm và hợp kim có nhiệt độ chảy cao hơn.

Máy ép nằm ngang buồng ép nguội được dùng phổ biến nhất.

Khi nói về cỡ máy người ta chú ý tới lực ép hai nửa khuôn; máy lớn nhất hiện nay là máy đúc áp lực buồng ép nguội kiểu nằm ngang có lực ép khuôn 3500 tấn và lực đẩy kim loại lỏng 185 tấn, đúc vật bằng nhôm có khối lượng tới 52kg; máy có khối lượng 195 tấn, kích thước 4050 x 16150 x 4500 (máy kiểu OL - 3500S của hãng IDRA). Hiện đang thiết kế máy cỡ 5000 tấn.

Ở các nước, đúc áp lực cao vẫn trên đà phát triển (từ 1958 tới 1972 sản lượng chi tiết đúc áp lực của Liên Xô tăng 10 lần). Để tăng năng suất, nâng cao chất lượng và mở rộng phạm vi hoạt động hơn nữa người ta tập trung vào một số hướng sau:

a) *Tự động hóa đúc áp lực*: Máy đúc áp lực thường dùng hiện nay vẫn phải nhờ công nhân đứng máy làm một số thao tác thủ công ngoài việc bấm nút điều khiển máy. Ví dụ dùng gáo múc kim loại lỏng từ nồi chứa đổ

vào buồng ép, lấy vật đúc ra khỏi khuôn, làm sạch bề mặt khuôn để khỏi dính những hạt kim loại hoặc rìa thừa, bôi trơn bề mặt khuôn và buồng ép, pittông. Người ta đã thiết kế một số cơ cấu điều khiển bằng cơ khí, khí nén, điện từ hoặc chân không để thực hiện việc định lượng kim loại lỏng rót vào khuôn, lấy vật đúc ra khỏi khuôn, vận chuyển vật đúc và đậu rót ra khỏi máy, v. v... tạo nên những bộ phận hoặc xương đúc áp lực tự động hóa.

Từ 1968 đã có xưởng dùng người máy đứng thao tác ở máy đúc áp lực kẽm, số công nhân trong xưởng chỉ cần ít, tạo điều kiện dễ dàng tự động hóa quá trình đúc áp lực, nâng cao năng suất, giảm phế phẩm. Trong tương lai không xa, người máy sẽ rẻ chắc sẽ được dùng phổ biến.

b) Đúc áp lực thép: Thép có nhiệt độ chảy cao nên đúc áp lực khó hơn, hiện đã có thể đúc những chi tiết dày trên 2mm, thường phải dùng vật liệu đặc biệt để làm khuôn (hợp kim molybden, hoặc molybden - vonfra). So với thép hợp kim, những vật liệu này bền gấp 2,5 lần, do đó tuổi thọ của khuôn có thể từ 5000 đến 15000 lần rót.

c) Dùng chân không trong đúc áp lực: Vật đúc chế tạo trên máy đúc áp lực thường có rỗ khí. Dùng chân

không hút không khí trong lỗ khuôn ra trước rồi ép kim loại vào sau sẽ có điều kiện giảm rõ, mặt khác cho phép dùng lực ép kim loại thấp hơn, đảm bảo mặt vật đúc đẹp hơn, nâng cao độ chính xác vật đúc và tuổi thọ khuôn. Khi đó khuôn phải sát kín và có hệ thống đặc biệt tạo độ sát kín cao.

Gần đây người ta thử dùng khí trơ hoặc oxy thay không khí trong khuôn lại thấy ít rõ hơn, dễ điền đầy, tạo chút ít oxit nhưng ít hại.

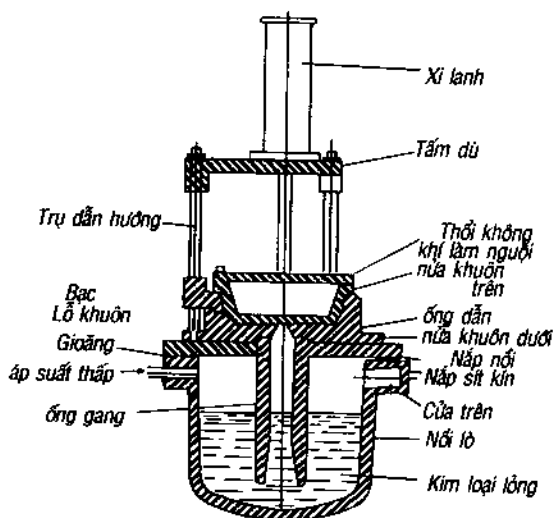
d) Đúc áp lực thấp: Đúc áp lực thấp bắt đầu được dùng từ 1954 để sản xuất những chi tiết bằng hợp kim nhôm có hình dáng phức tạp, kích thước tương đối lớn (nắp xi lanh, bloc xi lanh, hộp lọc dầu, hộp số). Khuôn đặt phía trên nôi kín chứa nhôm lỏng, dùng khí nén áp suất thấp (dưới daN/cm^2 tác động lên mặt kim loại lỏng trong nôi, kim loại sẽ dâng lên qua ống dẫn (bằng gang có lớp cách nhiệt) điền đầy lỗ khuôn.

Đây là cách rót khuôn lý tưởng: không cần rãnh dẫn, hệ thống rót, đầu ngót; kim loại dâng lên êm không xoáy hoặc bắn té nếu ta không chế được áp suất khí nén. Khi ngừng không cho áp suất khí nén tác động thì kim loại thừa trong ống dẫn sẽ chảy xuống trở lại nôi (xem hình 19).

So với đúc trong khuôn cát và đúc trong khuôn kim loại tĩnh thì đúc áp thấp có nhiều ưu điểm:

- Tự động hóa được thao tác rót kim loại lỏng vào khuôn rất vất vả và nặng nhọc.

- Có thể điều khiển được tốc độ của dòng kim loại chảy vào khuôn nhờ khống chế áp suất khí nén, do đó có thể diễn đầy những vật đúc kích thước lớn, thành mỏng.



Hình 19. Sơ đồ hệ thống thiết bị đúc áp lực thấp

- Có thể tạo được áp suất dư tác động nền kim loại lúc kết tinh (từ 1 - 10daN/cm²), dĩ nhiên thấp hơn nhiều so với áp lực cao nói ở trên.

- Không tổn kim loại ở hệ thống rót nên tỷ lệ thành phẩm cao, tới trên 90%.

So với đúc áp lực cao cách đúc này có năng suất thấp hơn nhiều nhưng khuôn và máy đều rẻ, dễ chế tạo; kim loại chảy vào khuôn êm tránh được rỗ khí và có khả năng đúc những chi tiết lớn khối lượng tới 300kg, kích thước tới 1200mm. Khuôn thường dùng là khuôn kim loại nhưng ruột có thể bằng cát. Vật liệu làm khuôn không yêu cầu cao lắm vì chỉ dùng áp lực thấp. Chính vì thế phương pháp này đang được phát triển mạnh, nhất là trong sản xuất loạt nhỏ và trung bình. Hiện nay ở nhiều nước đã chế tạo máy đúc áp lực thấp bán tự động năng suất khá cao; đúc cả nhôm, magê, đồng và khuôn thổi lớn đúc thép không rỉ. Nếu dùng thêm khí trợ thay không khí nén thì càng tốt hơn.

e) *Đúc kháng áp*: Cách đúc này do các nhà khoa học Bungari sáng chế ra, thiết bị đúc giống như đúc áp lực thấp chỉ khác ở chỗ khí nén cùng một lúc đưa vào nổi và vào buồng chụp lấy khuôn. Lúc đây không chế cho áp suất ở hai bên chênh một chút, kim loại

lòng sẽ dâng lên đến đầy khuôn. Khi rót xong cùng tăng áp suất, tạo áp suất dư tới $20daN/cm^2$, đảm bảo kim loại kết tinh sít chặt hơn, cơ tính sẽ cao hơn. Bungari đã chế tạo hàng loạt thiết bị đúc kháng áp với nồi nấu dung tích $300kg$, áp suất $2,6 - 3atm$ có khả năng đúc vật $100kg$.

7. Đúc liên tục

Phương pháp đúc liên tục được phát minh rất sớm, Henry Bessemer đã đề xuất ý kiến từ 1856 để đúc tấm gang, nhưng thực tế từ 1943 mới bắt đầu phát triển cho đúc thép thỏi. Năm 1948 mới có 1 máy đầu tiên trên thế giới nhưng 1968 có tới 243 máy với tổng sản lượng 35,8 triệu tấn thép / năm, 1970 là 50 triệu.

Thực chất của phương pháp này là liên tục rót kim loại lỏng vào một khuôn kim loại có nước làm nguội, vật đúc đã kết tinh đến đâu sẽ được kéo ra đến đáy ở đầu kia của khuôn (*hình 20*).

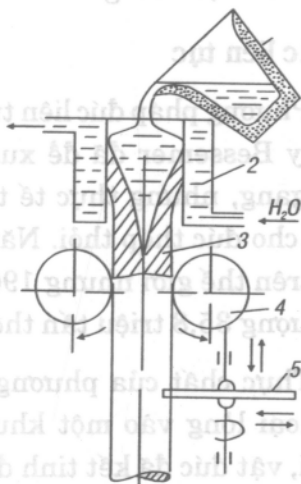
Phương pháp này có nhiều ưu điểm:

- Có khả năng chế tạo thỏi, ống dài tùy ý, theo phương pháp đúc đứng hoặc nằm ngang.
- Năng suất cao, tỷ lệ kim loại thành phẩm lớn vì không tốn kim loại vào đầu ngót và hệ thống rót.

- Kim loại đúc ra có tổ chức đồng nhất, hạt nhỏ mịn bề mặt nhẵn đẹp.

Các nhà máy luyện kim hiện đại đều dùng phương pháp tiên tiến này để thay cho cách đúc thổi thông thường trong khuôn kim loại, đã mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

Phương pháp này đã được dùng để đúc ống gang đường kính tới 1000mm dài tới 10m từ 1952, so



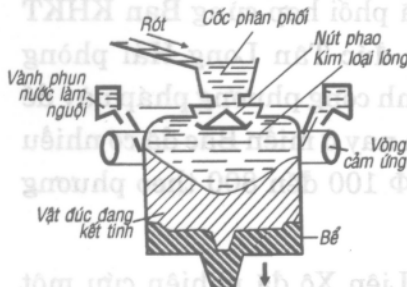
Hình 20. Sơ đồ đúc liên tục thổi; 1) nổi rót; 2) Khuôn kim loại có nước làm nguội; 3) thổi đang kết tinh. 4) Trục lăn kéo thổi; 5) đĩa cắt khối.

với đúc ly tâm thì đơn giản hơn nhiều về thiết bị. Ở nước ta năm 1965 bộ môn Kỹ thuật đúc trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã phối hợp cùng Ban KHKT Hải Phòng và xí nghiệp đúc Tân Long Hải phòng nghiên cứu ứng dụng thành công phương pháp này để đúc ống gang Φ 150. Hiện nay ở miền Bắc đã có nhiều cơ sở chuyên đúc ống từ Φ 100 đến 800 theo phương pháp tiên tiến này.

Vài năm gần đây ở Liên Xô đã nghiên cứu một phương pháp đúc liên tục mới tạo hình nhờ trường điện từ. Trong phương pháp này kim loại lỏng không tiếp xúc với khuôn. Một cuộn cảm ứng dùng dòng điện xoay chiều sẽ thay cho khuôn. Lực điện từ do dòng điện cảm ứng sinh ra trong kim loại tác dụng với từ trường của cuộn cảm ứng sẽ ép kim loại lỏng theo hướng đường kính. Rót, làm nguội và kéo ra liên tục ta sẽ được vật đúc (*hình 21*). Tiết diện vật đúc có thể là hình tròn, vuông, chữ nhật hoặc hình phức tạp. Thực tế đã dùng phương pháp này để đúc hợp kim nhôm, những thỏi đường kính tới 500mm, và tấm 300 x 1500 dài tới 6m; tiêu thụ năng lượng 20 - 40kWh / 1 tấn kim loại lỏng.

Phương pháp đúc này có nhiều ưu điểm:

- Mặt ngoài vật đúc đẹp.



Hình 22: Sơ đồ đúc liên tục trong khuôn điện tử

8. Đúc hút chân không

Đúc hút chân không theo trình tự sau (hình 22):

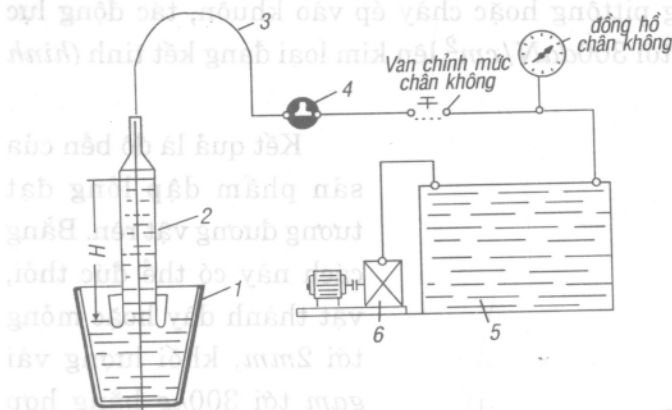
- Nhúng khuôn 2 vào nồi kim loại lỏng 1.
- Mở van 4 cho khuôn thông với bình chân không 5 (luôn luôn nối với bơm chân không 6); tùy độ chân không tính toán, kim loại lỏng sẽ dâng lên trong khuôn ở mức H.
- Chờ cho kim loại đông đặc đạt chiều dày yêu cầu, ta thả chân không, kim loại lỏng thừa ở trong khuôn sẽ chảy xuống (nếu muốn đúc ống mỏng).

- Tổ chức kim loại sít kín, mịn hạt, không có rỗ tế vi, do đó độ bền kim loại cao hơn so với cách đúc liên tục thông thường.

- Tốc độ đúc tăng 10 - 30%.

- Lượng nước làm nguội giảm 30 - 50%.

- Không cần bôi trơn khuôn.



Hình 22: Sơ đồ đúc hút chân không

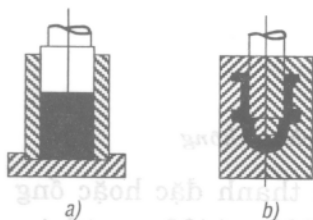
Bằng cách này có thể đúc thanh đặc hoặc ống đường kính 40 - 100mm dài 1200 - 1400mm (thép, đồng) hoặc 1200 - 4000mm (nhôm).

Đúc hút chân không có nhiều ưu điểm: kim loại lỏng dâng lên êm, khí hòa tan dễ thoát ra ngoài tránh được rỗ, không cần hệ thống rót, tổ chức kim loại nhỏ mịn.

Cũng có thể dùng cách này để đúc những vật rất mỏng, phức tạp bằng khuôn có dùng ruột cát.

9. Đúc dập lỏng

Rót kim loại lỏng vào khuôn kim loại bền, sau đó dùng pittông hoặc chày ép vào khuôn, tác động lực lớn (tới $300daN/cm^2$ lên kim loại đang kết tinh (hình 23).



Kết quả là độ bền của sản phẩm dập lỏng đạt tương đương vật rèn. Bằng cách này có thể đúc thỏi, vật thành dây hoặc mỏng tới $2mm$, khối lượng vài gam tới $300kg$ bằng hợp kim kẽm, nhôm, đồng, gang. Quá trình dập lỏng thường được tiến hành trên máy ép thủy lực. Do khuôn đắt, thiết bị dùng nhiều năng lượng, nên phương pháp này chưa được dùng vào sản xuất lớn.

Hình 23: Sơ đồ đúc dập lỏng:

a) khuôn hở, b) khuôn kín.

10. Đúc bằng khuôn dùng mẫu cháy (mẫu hóa hơi)

Cách đúc này do H.F.Shroyer phát minh ra năm 1958 và được dùng vào công nghiệp từ 1962. Mẫu làm

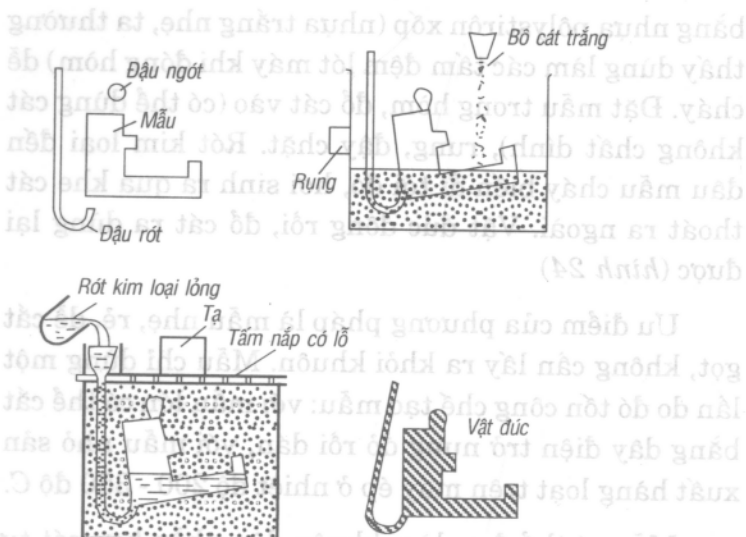
bằng nhựa pôlystirôn xốp (nhựa trắng nhẹ, ta thường thấy dùng làm các tấm đệm lót máy khi đóng hòm) dễ cháy. Đặt mẫu trong hòm, đổ cát vào (có thể dùng cát không chất dính), rung, đập chặt. Rót kim loại đến đâu mẫu cháy biến đi tới đó, hơi sinh ra qua khe cát thoát ra ngoài. Vật đúc đông rồi, đổ cát ra dùng lại được (*hình 24*)

Ưu điểm của phương pháp là mẫu nhẹ, rẻ, dễ cất gọn, không cần lấy ra khỏi khuôn. Mẫu chỉ dùng một lần do đó tốn công chế tạo mẫu: với mẫu lớn có thể cất bằng dây điện trở nung đỏ rồi dán, với mẫu nhỏ sản xuất hàng loạt trên máy ép ở nhiệt độ 200 - 350 độ C.

Mẫu có thể đem làm khuôn dùng hỗn hợp cát tự khô, cát chảy lỏng hoặc khuôn từ. Trong khuôn cát sét thông thường người ta chỉ hay dùng polystirôn làm mẫu đập ngót kín hình cầu để có thể đặt trong khuôn không cần lấy ra.

Gần đây người ta dùng polyurêthan xốp thay cho polystirôn có thể chế tạo dễ dàng trong khuôn gỗ, thạch cao hoặc kim loại.

Thực tế đúc trong khuôn mẫu cháy chưa được coi là phương pháp đúc chính xác vì mẫu tạo khí làm mặt vật đúc chưa thật đẹp. Song phương pháp đúc này vẫn phát triển, được nhiều nước dùng, đúc những vật lớn tới 20t.

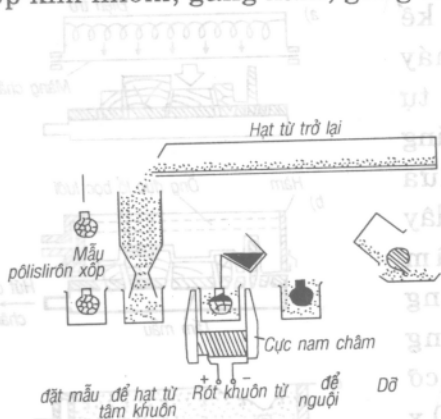


Hình 24: Sơ đồ đúc bằng khuôn dùng mẫu cháy

11. Đúc trong khuôn từ

Năm 1971 tại hội nghị đúc quốc tế lần thứ 38 ở Dussekldorf Đức, Wittmoser. A. và Hofmann. R đã thông báo một phương pháp đúc mới. Dùng hạt sắt (0,25) thay cát, đổ đầy hòm khuôn bao quanh mẫu hóa hơi bằng Polystirôn. Khi đặt vào từ trường mạnh tạo bởi dòng điện một chiều, hạt sắt nhiễm từ hút nhau chặt làm khuôn cứng. Rót kim loại xong, vật đúc đông nguội nhanh, đưa khuôn ra khỏi từ trường sẽ dễ dàng lấy vật đúc ra và hạt sắt được dùng trở lại

làm tiếp khuôn khác (hình 25). Đã dùng phương pháp này vào sản xuất hàng loạt những chi tiết nhỏ vài kg bằng hợp kim nhôm, gang xám, gang cầu.



Hình 25. Sơ đồ đúc trong khuôn từ

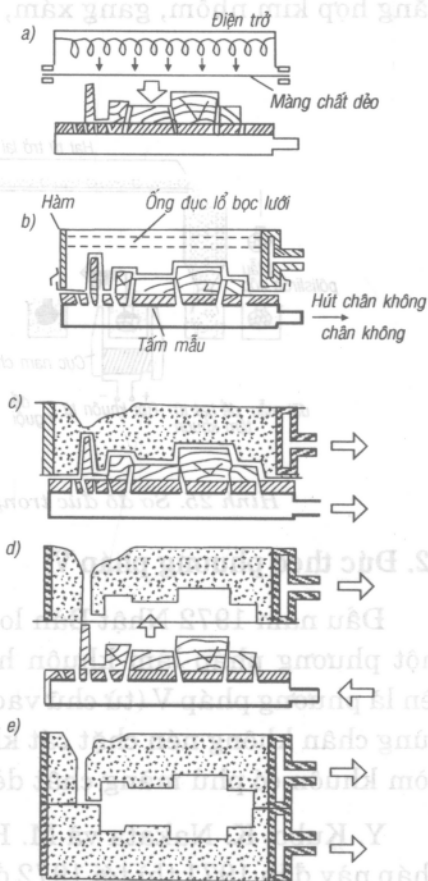
12. Đúc theo phương pháp V

Đầu năm 1972 Nhật Bản loan báo đã phát minh một phương pháp làm khuôn hoàn toàn mới lạ đặt tên là phương pháp V (từ chữ vacuum = chân không): dùng chân không nén chặt cát không chất dính trong hòm khuôn có phủ màng chất dẻo.

Y. Kubo, K. Nakata và M. Hondo tìm ra phương pháp này đầu 1971 thì tới 1972 đã phổ biến rộng rãi ở nhiều xưởng, đúc những tấm bằng nhôm dài 4m trang trí mặt trước nhà, đúc khung đàn pianô, các chi tiết

máy dệt, và những vật lớn tới 350/kg. Ngay khi đó đã thiết kế nhiều kiểu máy cơ khí hóa và tự động hóa. Tháng 6/1973 đã đưa vào sản xuất dây truyền làm khuôn tự động theo phương pháp V cho cỡ hòm 600 x 600 x 150 năng suất 90 - 105 khuôn/giờ.

Năm 1973 có xưởng thép đúc neo 10t dài 8m và cũng đã có dây truyền đúc chậu gang mỏng tới 4mm cỡ hòm 1370 x 990 x 940, năng suất 40 khuôn/giờ.



Hình 26. Sơ đồ chế tạo khuôn theo phương pháp V.

Đây là một phương pháp làm khuôn hay, nhiều ưu điểm đã nhanh chóng chiếm được vị trí vững chắc trong ngành đúc và tương lai sẽ có những bước phát triển diệu kỳ nay chưa thể lường trước được.

Qui trình chế tạo khuôn theo phương pháp V được trình bày ở hình 26:

a) Màng chất dẻo bằng êtylen vinylaxetat dày 0,05 - 0,1mm được nung nóng vài giây rồi nhờ chân không 400mm Hg hút cho ép sát mặt mẫu và tấm đỡ mẫu.

b) Đặt hòm khuôn lên tấm mẫu, trong hòm có những ống khoan lỗ và học lưới nối với thành hòm rộng.

c) Đổ cát khô, mịn hạt (cỡ 0063 - 02) vào hòm; đặt trên mặt hòm một tấm màng chất dẻo. Tạo chân không 400mm Hg (0,5bar) ở hòm, màng sẽ nén chặt cát. Độ rắn của khuôn đạt tới 90 - 95.

d) Cho không khí vào tấm mẫu, mất chân không sẽ dễ dàng tách tấm mẫu khỏi hòm khuôn.

e) Ráp hai nửa khuôn; vẫn giữ chân không trong hòm. Rót kim loại lỏng, đợi đông nguội xong mới làm mất chân không, phá vỡ sẽ dễ dàng.

III

CÁC HỢP KIM ĐÚC VÀ PHƯƠNG PHÁP NẤU RÓT TIỀN TIỀN

1. Gang xám thường và gang xám biến tính

Muốn đánh giá chất lượng gang người ta dùng hai cách đơn giản:

- Đo độ rắn.
- Xét tổ chức tế vi của mẫu gang đã mài và tẩm thực rồi xem ở kính hiển vi (hình dạng, số lượng và cỡ hạt praphit: Tỷ lệ các thành phần của nền kim loại cơ sở như ferit, peclit, xêmentit...)

Gang xám chiếm tỷ trọng lớn nhất trong toàn bộ hợp kim đúc, khoảng 80%. Gang xám có graphit dạng tấm, nên chủ yếu gồm ferit và peclit. Gang xám được dùng nhiều vì rẻ, dễ đúc. Do đó khả năng giảm rung động tốt hơn tất cả các hợp kim đúc khác nên gang xám được dùng rộng rãi để chế tạo thân, hộp, bộ máy.

Hiện nay ở các xưởng đúc của ta có hai khuynh hướng trái ngược nhau:

- Nấu gang xám chỉ dùng gang thỏi và gang cũ nấu lại, không để ý đến thành phần, tổ chức tế vi và cũng không quan tâm đến điều kiện làm việc của chi tiết máy đúc ra. Gang đúc ra thường không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật, chất lượng cũng biến động.

- Để cải thiện chất lượng gang, khi nấu thích pha chế thêm các nguyên tố hợp kim đắt tiền, phối liệu rất cầu kỳ có khi phải nấu trung gian tốn tiền, tốn công. Nhưng cuối cùng cũng không kiểm tra tổ chức tế vi của gang và đánh giá xem chất lượng gang đã tăng lên bao nhiêu, có đủ bù lại về kinh tế do việc dùng thêm các nguyên tố hợp kim không.

Cả hai khuynh hướng nêu trên đều không mang lại hiệu quả kinh tế vì coi nhẹ tổ chức tế vi của gang. Bởi vậy, trong những năm tới, muốn nâng cao chất lượng gang đúc để đáp ứng được yêu cầu của ngành chế tạo máy và các ngành khác thì việc kiểm tra chất lượng vật đúc và nghiên cứu các biện pháp kỹ thuật để nâng cao chất lượng một cách kinh tế là yêu cầu rất cấp bách.

Nhiều khi chỉ cần dùng các biện pháp kỹ thuật cơ bản cũng đủ nâng cao chất lượng mà rất kinh tế. Cho đến nay, các nước vẫn đi sâu dùng các biện pháp cao sau đây để nâng cao chất lượng gang xám:

Gang pha thép. Biện pháp cơ bản nhất và cũng

đơn giản nhất nhằm cải thiện độ bền của gang xám là pha thêm sắt vụn vào phối liệu khi nấu gang nhằm giảm *C* và *Si*, làm tổ chức gang có graphit nhỏ mịn, số lượng ít, nền cơ bản là peclit. Nhiều khi chỉ cần khống chế thành phần và tốc độ nguội của gang đúc để đạt tổ chức nói trên thì cũng đã nâng cao được một số tính chất làm việc khác như: chống mài mòn, vững ăn mòn. Pha nhiều thép thường sẽ lại gây tác hại khác làm gang dễ bị biến trắng, khi đó phải dùng thêm biện pháp khác: biến tính.

Gang photpho cao. Gang thời Thái nguyên của ta hiện nay rất ít photpho. Có thể dùng quặng apatit thay một phần đá vôi khi nấu gang sẽ làm cho hàm lượng photpho trong gang tăng lên. Gang photpho cao có nhiều điểm tốt:

- Chảy loãng cao.
- Vững ăn mòn khá.

- Chống mài mòn tốt vì có thể tạo nên tổ chức cùng tinh photphit có độ rắn cao hơn cả peclit mà gang vẫn gia công cắt gọt được. Gang dùng đúc sơ mi, secmăng nên có hàm lượng *P* hơi cao khoảng 0,6%, gang đúc guốc phanh toa xe lửa cần có lượng *P* cao tới 1 - 1,3%; tăng lượng *P* lên khoảng 0,35 - 0,45 % sẽ tăng tuổi thọ của khuôn đúc thời; khuôn đúc chai thủy tinh có khi còn dùng lượng photpho cao hơn chút nữa (tới 0,7%).

Gang xám biến tính là loại gang xám có cơ tính cao, chế tạo cũng đơn giản, được dùng nhiều trong vài chục năm nay ở các nước tiên tiến.

Gang này thường dùng nhiều sắt vụn trong phối liệu, khi mới nấu ra lượng *C* và *Si* trong gang lỏng ít, nếu đem xêmentit rất rắn, làm gang không thể gia công cắt gọt được. Nhưng nếu biến tính bằng cách cho thêm vào gang lỏng đang chảy vào nôi rót một lượng nhỏ khoảng 0,1 - 0,3% một nguyên tố nào đó, tuy không làm thay đổi thành phần hóa học của gang bao nhiêu mà lại làm tổ chức của gang được cải thiện nhiều (praphit nhỏ mịn, xêmentit mất đi, trong gang chỉ còn peclit) và cơ tính tăng lên hẳn. Từ năm 1920 người ta đã bắt đầu áp dụng biện pháp biến tính gang bằng *Si* - *Ca*; ngày nay thường dùng pherôsilic với hàm lượng *Si* cao trên 75%. Ngoài ra còn có thể biến tính gang bằng một số nguyên tố khác như pherômangan, thiếc, antimoan. Những mác gang xám có độ bền cao kể từ GX24 - 44, GX28 - 48, GX32 - 52 đến GX38 - 60 đều phải qua biến tính.

So với gang xám thường, gang xám biến tính có tổ chức đồng nhất, cơ tính cao, ít kén hơn, vững nhiệt, vững ăn mòn, vững mài mòn hơn.

Biến tính gang xám tuy đã được sử dụng rất phổ

biến nhưng bản chất của quá trình biến tính vẫn chưa được giải thích đầy đủ. Người ta phân chia ra hai loại chất biến tính.

a) Chất biến tính graphit hóa như ferosilic loại 75 - 85%; silicôcanxi có 60 - 62% *Si*, 15 - 30% *Ca*.

b) Chất biến tính ổn định, tạo cho gang có tổ chức peclit đạt độ bền cao nhưng tránh được cacbit quá rắn; chất biến tính loại này thường có khoảng 40% *Cr*, có khi dùng cả *Mn* và thường kèm thêm với nguyên tố graphit hóa như *Ti*, *Ca*, *Al* để tránh cho gang không bị trắng. Hay dùng nhất là hợp kim *Cr - Si - Mn* có 40% *Cr*; 18% *Si*, 10% *Mn* 0,75% *Ti*, 0,5% *Ca*, 0,2% *Al*.

Về chất biến tính graphit hóa, gần đây người ta chú ý nhiều đến vai trò của các nguyên tố *Ca*, *Al* thường xuyên có một lượng nhỏ (0,5-1,3%) trong ferosilic và silicôcanxi, vì thấy dùng *Si* nguyên chất hoặc ferosilic thuần khiết để biến tính ở nôi rót thì hiệu quả lại kém. Người ta còn chú ý tới tác dụng của một số nguyên tố khác nữa như *Ce*, *Ba*, *St*, *Mn*, *Zr*, *Ti*, trong đó *St* có tác dụng mạnh nhất. Trong điều kiện sản xuất nhỏ với nôi khiêng tay, muốn tránh mất nhiệt khi biến tính người ta còn dùng silic phát nhiệt trong đó có 61,0% *Si*; 0,5% *Ca*; 1,1% *Al*; 10,0% *NaNO₃*; 2,5% *Mg*.

Về thành phần của gang dùng biến tính, gần đây người ta chú ý nhiều đến ảnh hưởng của lưu huỳnh (*S*) và của oxi. Dùng phối liệu có thép vụn ri nhiều sẽ tăng hàm lượng oxi trong gang, giảm hiệu quả của chất biến tính. Lượng *S* trong gang cao quá khó biến tính (phải tăng lượng chất biến tính, dùng chất biến tính chứa nhiều *Ca*, *Ce*, *Mg*) nhưng ít *S* quá, dưới 0,04% thì biến tính lại ít tác dụng giảm trắng. Vì vậy gang tổng hợp nấu trong lò điện có độ sạch cao, ít *S*, đem biến tính thấy hiệu quả kém.

Thành phần phối liệu và hàm lượng *C* và *Si* trong gang trước biến tính cũng có ảnh hưởng lớn.

Gang máy thông dụng GX 15 - 32 và GX 21 - 40 có hàm lượng *C* và *Si* tương đối cao, trong phối liệu không có hoặc rất ít thép vụn thường không cần biến tính vì hiệu quả kém, muốn tăng bền chỉ tăng lượng *Mn* trong gang hoặc dùng chất biến tính ổn định. Gang bền cao GX 24 - 40 đã dùng tới 12 - 15% thép vụn trong phối liệu; và gang GX 32 - 52 dùng tới 25 - 30% thép vụn. Lượng *C* và *Si* thấp nên biến tính có kết quả hơn; và thực tế cũng phải qua biến tính mới đạt yêu cầu cơ tính. Riêng gang GX 32 - 52 trở lên thường phải chuyển sang nấu kép lò đứng, lò điện hoặc dùng lò tiền có tăng nhiệt.

Một biện pháp tăng hiệu quả biến tính nữa là chuyển sang dùng các hình thức biến tính mới có tác dụng mạnh, lượng chất biến tính chỉ cần ít:

- Biến tính dòng: dùng phễu rung cho chất biến tính rơi vào cốc rót, dùng ống thép mỏng bên trong lên đây chất biến tính đặt ở miệng nổi rót.

- Biến tính khuôn: đổ chất biến tính thành đồng ở cốc rót hoặc đáy ống rót, cũng có khi bỏ vào một buồng phản ứng riêng để kim loại chảy qua hòa tan trước khi chảy vào khuôn.

Gang xám hợp kim thấp. Gang xám thường khi nấu có pha thêm một vài nguyên tố hợp kim như *Cr, Ni, Cu, Mn, Mo, W, V, Ti...* với hàm lượng nhỏ hơn 3% thường không tạo nên những tổ chức đặc biệt nào, có khi vẫn chỉ gồm peclit, graphit. Nhưng do hòa tan những nguyên tố hợp kim nên chất lượng gang có một số mặt tốt hơn hẳn, ví dụ: cải thiện khả năng nhiệt luyện (gang xám hợp kim thấp nếu đem nhiệt luyện sẽ phát huy hết tác dụng của nguyên tố hợp kim, độ bền kéo tối đa có thể tới $55daN/mm^2$ ổn định tổ chức, ổn định kích thước khi làm việc ở nhiệt độ hơi cao (khoảng 300 - 400° C); vững mài mòn và vững ăn mòn tốt hơn trong một số môi trường nào đó.

Thường dùng phối hợp hai ba nguyên tố với tỷ lệ thích hợp. Ví dụ dùng crôm đi kèm với niken hoặc đồng (nguyên tố cacbit hóa kèm với nguyên tố praphit hóa).

Gang xám hợp kim thấp đắt tiền hơn gang xám thường, chỉ nên dùng trong những trường hợp cần thiết và có mang lại hiệu quả rõ rệt.

Ví dụ gang đúc secmăng nếu hợp kim hóa thấp *Mo*, *Ti*, *W* với tổng lượng $> 0,3\%$ sẽ đảm bảo cho secmăng có tổ chức mactenxit kim và praphit tấm ngắn, khi đông nguội. Gang có thành phần sau: 3,4 - 3,8% *C*; 2,5 - 3,2% *Si*; 0,7% - 1,0% *Mn*; 0,35% *P*; 0,08% *S*; 0,4 - 0,7% *Cr*; 0,1 - 0,3% *W*; 0,3 - 0,5% *Mo*; 0,1 - 0,3% *Ti*; 0,15 - 0,25% *Sn*; đúc xong ram ở 530 độ *C* trong 35 phút rồi để nguội trong không khí 35 phút sẽ có độ rắn 414 - 448 *HV*; độ bền uốn 61,8 - 72,5% daN/mm^2 , môđun đàn hồi 11297 - 12610 daN/mm^2 .

2. Gang praphit cầu

Gang cầu (gang có praphit hình cầu) bắt đầu được áp dụng vào sản xuất năm 1948. Chỉ sau hơn 20 năm, gang cầu đã trở thành một hợp kim đúc nổi tiếng vì có nhịp điệu phát triển kỳ diệu và thực tế chiếm một sản lượng rất lớn. Xem sản lượng gang cầu trên thế giới,

ta thấy rõ vai trò của nó trong những năm gần đây (hình 27).

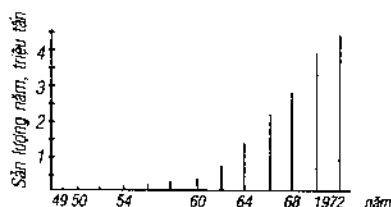
1949	440 tấn
1950	4700
1951	10500
1953	113000
1956	209000
1960	435000
1964	1385000
1969	3500000
1971	5000000

(Tổng sản lượng đúc thế giới khoảng 77 triệu tấn)

Gang cầu có nhiều ưu thế so với những hợp kim đúc khác:

Trong nhiều trường hợp vật đúc bằng thép được thay thế bằng gang cầu lại thấy tốt hơn, vì gang cầu dễ đúc hơn, gia công cơ dễ hơn, độ bền cũng rất cao và lại có khả năng giảm rung động tốt hơn. Ví dụ trục khuỷu chế tạo bằng gang cầu thay cho trục khuỷu thép đã mang lại hiệu quả kinh tế lớn và được dùng rất rộng rãi.

So với gang dẻo thì gang cầu có độ bền tương đương hoặc cao hơn, độ dẻo, dai cũng chẳng kém bao nhiêu nhưng qui trình sản xuất đơn giản hơn nhiều, thời gian chế tạo ngắn và giá thành thấp.



Hình 27. Nhịp điệu phát triển gang cầu trên thế giới

So với gang xám, kể cả gang xám biến tính thì gang cầu tốt hơn hẳn về nhiều mặt:

a) Độ bền của gang cầu cao, độ dẻo của gang cầu khá trong lúc đó độ dẻo của gang xám coi như bằng không. Gang xám thông thường có số hiệu GX 15 - 32, GX 18 - 36 (độ bền kéo là 15 hoặc 18 daN/mm^2); gang biến tính có độ bền cao hơn GX 21 - 40, GX 28 - 48, GX 32 - 52, GX 38 - 60, còn gang cầu có những mác sau: GC 42 - 12, GC 45 - 5, GC 50 - 2, GC 60 - 2, GC 70 - 3 (con số đầu chỉ độ bền kéo, số thứ 2 chỉ độ dẻo). Nếu hợp kim hóa bằng Ni, Mn, Cr, Cu, Al và có nhiệt luyện độ bền có thể đạt tới 130 - 140 daN/mm^2 , hoặc giới

hạn chảy đạt $120 daN/mm^2$. Khi sử dụng gang cầu người ta thường chú ý hai điểm sau:

- Nhiệt luyện để cơ tính tốt hơn.
- Giảm lượng *P*, *Si*, *Mn* và tăng tỷ lệ ferit/peclit nếu muốn có độ dai va chạm (*ak*) cao.
- b) Độ vững mài mòn của gang cầu peclit hơn gang xám.
- c) Gang cầu vững nhiệt do ít trương nở, gang cầu chịu va đập nhiệt tốt nhất trong các loại gang.
- d) Độ vững ăn mòn của gang cầu tương đương gang xám, tốt hơn thép cacbon thấp.
- e) Khả năng giảm rung động của gang cầu ở vào khoảng giữa gang praphit xám và thép.
- f) Gang cầu dễ hàn hơn gang xám do bền và dẻo hơn; cắt gọt cũng dễ hơn.

Chế tạo gang cầu tương đối dễ chỉ cần nấu ra gang lỏng có nhiệt độ cao, ít lưu huỳnh, sau đó cho vào gang lỏng một lượng nhỏ chất cầu hóa và thêm ít ferôsilic để tăng cường praphit hóa rồi đem rót khuôn ta sẽ được vật đúc gang cầu. Đúc gang cầu có phức tạp hơn gang xám thường nhưng vẫn dễ hơn đúc thép.

Thực ra muốn có gang cầu chất lượng cao (có độ bền, độ dai và đập cao) phải khống chế thành phần gang lỏng chặt chẽ, kỹ thuật biến tính cầu hóa cũng phải thuần thực.

Gang lỏng dùng biến tính cầu hóa phải có hàm lượng *C* và *Si* cao, *Mn* vừa phải (0,15 - 0,8%), *P* thấp khoảng 0,1% (để có độ dai tốt), riêng *S* càng thấp càng tốt, vì *S* cao sẽ tổn nhiều chất cầu hóa và chất lượng sẽ không ổn định (dưới 0,02% thì tốt).

Đã có nước sản xuất gang thổi riêng ít *S*, *P*, *Cr* để chế tạo gang cầu.

Muốn có gang lỏng ít S phải dùng thêm biện pháp kỹ thuật mới:

1) Nấu gang trong lò đứng có tường bằng gạch bado (đôlômit, magêzit) với xỉ có độ kiềm cao 1 - 3,5. Cách này phiền phức, tốn kém.

2) Nấu gang trong lò đứng tường axit thông thường nhưng nổi lò dùng gạch cacbon và phun cacbua canxi CaC_2 (đất đèn) ở dạng bột vào lò, ngay trên mặt xỉ, dưới mắt gió. Lượng phun khoảng 2% kim loại lỏng, có khả năng giảm lưu huỳnh xuống tới 0,04%. Phun

trực tiếp vào mắt gió thì hiệu quả lại kém. Cách này ít giảm nhiệt độ gang lỏng.

3) Nấu gang trong lò đứng có tường bằng gạch axit rồi ra gang và khử lưu huỳnh ngoài lò bằng cách:

- Cho Na_2CO_3 khô (lượng dùng khoảng 1%) vào nôi rót, lưu huỳnh trong gang sẽ phản ứng với Na_2CO_3 đi vào xỉ. Cách này đơn giản nhất nhưng chỉ khử được 50 - 60% S trong gang. Nôi rót xây bằng gạch kiềm thì càng tốt vì có thể thêm nhiều vôi cho xỉ đặc lại để dễ cào ra ngoài.

- Dùng không khí nén hoặc khí N_2 thổi bột cacbua canxi vào nôi rót chứa gang lỏng. CaC_2 cỡ hạt 0,5 - 1mm, lượng dùng 0,8 - 1,3% có khả năng khử tới 80 - 90% S trong gang; lượng S sau khi khử chỉ còn 0,005%. Khí có thể thổi từ đáy lên qua nút bằng bạch xốp, còn có thể thổi cả praphit vào để tăng lượng C trong gang.

- Dùng nôi “lắc” cho gang lỏng trộn đều với vôi khử S rất hiệu quả.

- Khử lưu huỳnh liên tục ở máng ra gang kiểu bình thông nhau.

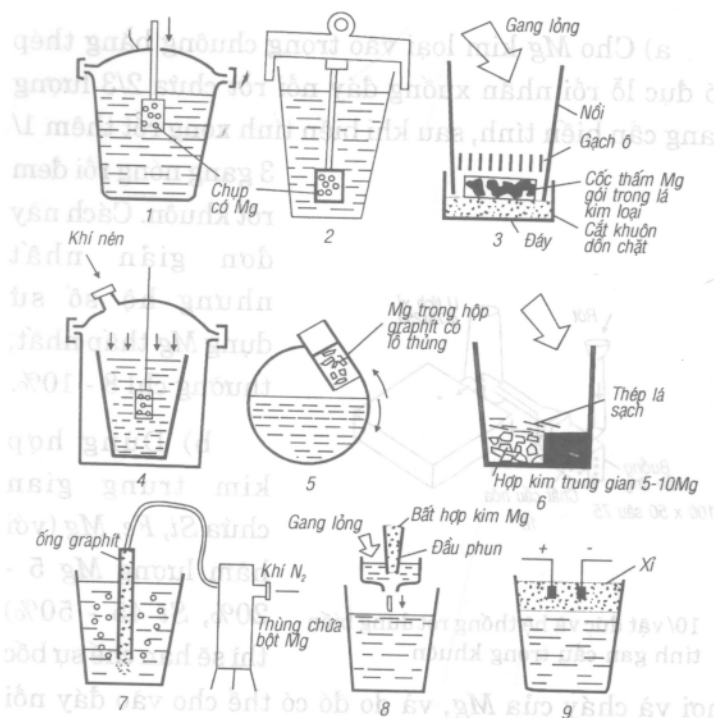
Gang lỏng nấu từ lò đứng tường gạch axit vẫn có thể đem dùng biến tính cầu hóa để tạo gang cầu. Ở

các nước, gang cầu chất lượng cao thường được nấu theo phương pháp kép (duplex): nấu gang lỏng trong lò đứng axit, khử *S* ngoài lò sau đó rót vào lò điện hồ quang hoặc lò điện cảm ứng để tăng nhiệt độ và chứa gang lỏng chờ biến tính cầu hóa, đồng thời có thể điều chỉnh hàm lượng *C* và *Si*.

Kỹ thuật biến tính cầu hóa cũng được nghiên cứu nhiều nhằm mục tiêu nâng cao hiệu suất biến tính, ổn định chất lượng, giảm lượng chất biến tính, đơn giản hóa thiết bị biến tính để mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

Đầu tiên người ta có dùng nguyên tố đất hiếm *Ce* (xêri) để cầu hóa, nhưng năm gần đây ở nhiều nước cũng nghiên cứu dùng các nguyên tố đất hiếm khác như *La* (lantan), *Y* (ytiri) để chế tạo gang cầu.

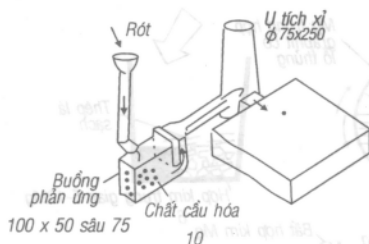
Biến tính cầu hóa bằng *Mg* (magne) kim loại vẫn được coi là công nghệ chế tạo gang cầu chủ yếu. Lượng *Mg* cần để tạo gang cầu không nhiều chỉ khoảng 0,03 - 0,07% nhưng lượng *Mg* thực tế dùng vào việc biến tính thì lớn có khi gấp 10 đến 15 lần vì phải tốn vào việc khử *S* và mất đi do *Mg* bốc thành hơi, cháy thành *MgO*. Để ít tốn *Mg* phải dùng gang lỏng ít *S*, mặt khác phải có biện pháp đưa *Mg* vào gang lỏng (hình 28) sao cho êm, ít bắn té, ít cháy để tăng được hệ số sử dụng *Mg*:



Hình 28: Một số biện pháp đưa Mg vào gang lỏng để tạo gang lỏng

- 1) Dùng chup và nôi có nắp
- 2) Dùng chup và nôi cao, nắp nặng
- 3) Nôi có đáy tháo rời dùng biến tính với cốc thấm Mg
- 4) Dùng chup nhấn vào nôi đặt trong bình kín có áp suất cao
- 5) Nôi quay được, khi biến tính cho Mg xuống phía đáy
- 6) Biến tính đơn giản bằng hộp kim trung gian ít Mg
- 7) Dùng khí N₂ thổi bột chất biến tính vào đáy nôi kim loại lỏng
- 8) Rót phun chất biến tính
- 9) Điện phân xi chứa Mg trên mặt gang lỏng

a) Cho *Mg* kim loại vào trong chuông bằng thép có đục lỗ rồi nhấn xuống đáy nồi rót chứa 2/3 lượng gang cần biến tính, sau khi biến tính xong rót thêm 1/3 gang nóng rồi đem rót khuôn. Cách này đơn giản nhất nhưng hệ số sử dụng *Mg* thấp nhất, thường chỉ 8 - 10%.



10/vật đúc và hệ thống rót dùng biến tính gan cầu trong khuôn

b) Dùng hợp kim trung gian chứa *Si*, *Fe*, *Mg* (với hàm lượng *Mg* 5 - 20%, *Si* 45 - 50%) thì sẽ hạn chế sự bốc

hơi và cháy của *Mg*, và do đó có thể cho vào đáy nồi rót, phủ sắt tấm hoặc để miếng gang lên rồi rót gang lỏng vào, không cần dùng chụp mà vẫn không sợ bắn té. Hệ số sử dụng *Mg* trong khoảng 25 - 51%. Hệ số sử dụng *Mg* cao khi hàm lượng *Mg* trong hợp kim thấp (nếu chứa 2% *Mg* thì hệ số sử dụng sẽ lên tới 70%) thực tế hay dùng hợp kim 7% *Mg*. Lượng *Mg* trong hợp kim càng thấp thì nhiệt độ gang lỏng trước khi biến tính càng phải cao. Cách này dùng có lợi khi biến tính một lượng kim loại lớn.

c) Những năm gần đây người ta chú ý tìm biện pháp hạn chế sự bốc hơi của *Mg* để có thể biến tính cầu hóa gang bằng *Mg* kim loại, tránh phải nấu hợp kim trung gian phức tạp. *Mg* nguyên chất rẻ hơn, có thể tiến hành cả khử *S* và cầu hóa cùng một lúc. Các biện pháp đó là:

- Than cốc tấm *Mg* lỏng có thể chứa tới 43% *Mg*; cốc này đem nhả chìm trong gang lỏng 1425° C trong 1,5 - 3 phút sau đó biến tính thêm 1% *Fe - Si*, hệ số sử dụng *Mg* khoảng 35 - 45%.

- Biến tính bằng *Mg* trong nồi đặc biệt chịu áp lực cao lượng *Mg* dùng ít chỉ 0,15 - 0,20% thời gian biến tính ngắn 1 - 2 phút, nhiệt độ gang lỏng giảm ít chỉ 30 - 50 độ C; nếu áp lực trong nồi cao trên 3 atm thì *Mg* ngừng bốc hơi vì thế hệ số sử dụng *Mg* cao tới 80%. Có nhiều kiểu nồi biến tính tốt kết hợp cả khử *S*, tăng C dùng gang có *S* tới 0,30% mà vẫn sản xuất được gang cầu.

- Đưa giầy *Mg* vào đáy nồi biến tính, dễ kiểm tra không chế; hệ số lợi dụng 30 - 45%.

- Phương pháp M. A. P. dùng *Mg* kim loại có bọc một lớp vỏ chịu lửa rồi tạo một số lỗ thủng ở lớp vỏ,

sau đó đưa vào chup và nhấn chìm trong gang lỏng. Cách này rất đơn giản. *Mg* thoát ra dần qua lỗ thủng ở vỏ nên hệ số sử dụng cao. Hãng Pont à Monsson ở Pháp từ 1967 đã dùng phương pháp này sản xuất được 3 triệu tấn gang cầu.

Ngoài ra còn nhiều biện pháp chế tạo gang cầu khác đang được nghiên cứu hoặc đã ứng dụng nhưng còn ở qui mô nhỏ:

- Dùng chất trợ dung để cầu hóa gang như:

+ Fluorua hoặc clorua của kim loại đất hiếm (*Ce*) có thể chứa thêm clorua *Mg* và *Ca* phủ mặt gang lỏng ở lò điện badic, điện phân 10 phút 1360 - 1370° C sẽ có *Mg*, *Ce*, *Ca* được hoàn nguyên đi vào gang lỏng.

+ Hỗn hợp gồm 10 - 30% MgF_2 ; 10 - 30% fluorua đất hiếm, 40 - 80% *SiCa* phun vào gang lỏng (ít *S*) ở nhiệt độ 1400 - 1500° C với lượng 2%, canxi sẽ hoàn nguyên *Mg* và kim loại đất hiếm.

+ Hỗn hợp gồm nửa $MgCl_2$ nung cháy, nửa *SiCa*, rắc lên dòng gang ra lò 1320 - 1420 độ C, lượng dùng 1,3 - 1,5% gang ít *S* (0,05 - 0,07%) sẽ tạo được gang cầu.

- Nấu gang có độ sạch cao rất ít *S* và *O* trong lò

cắm ứng chân không rồi làm nguội nhanh cũng tạo được gang cầu hoặc một phần là praphit cầu.

- Không cần dùng *Mg* hoặc kim loại đất hiếm mà dùng *Si* - *Ca* với 1,5 - 4,0% *Al* cũng tạo được praphit cầu.

- Dùng lò thổi oxy *LD* giảm photpho, thêm CaC_2 giảm *S* còn 0,008 - 0,01% sau cầu hóa bằng *Ca* 1,5 - 2% rồi tăng *C* và *Si* sẽ được gang cầu.

- Biến tính bằng *Si* - *Ca* trước rồi thổi N_2 vào gang cũng được gang cầu.

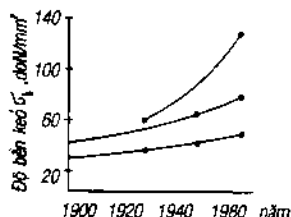
- Thổi khí cacbua hydro như $C_{10}H_2$ naphtalin vào gang ít *S* (0,009%) sẽ được gang cầu.

- Dùng hợp kim trung gian chứa 5 - 15% *Mg* với lượng 0,7 - 0,8% bỏ vào hệ thống rót ở khuôn rồi rót gang lỏng vào. Cách cầu hóa trong khuôn này có hệ số sử dụng *Mg* cao tới 80% đã được dùng trong thực tế sản xuất từ 1971. Đây là phương pháp chế tạo gang cầu đơn giản, rẻ cơ động, đảm bảo cơ lý tính tốt, ít làm bẩn môi trường xung quanh. Song khi sử dụng cần chú ý dùng hệ thống rót có cấu trúc riêng: có buồng phản ứng và có khả năng giữ xỉ tốt (hình 28/10). Xưởng đúc của hãng ô tô FIAT sản lượng 880t/ngày trong đó có 50% gang cầu đã dùng phương pháp này vào sản xuất lớn (cho toàn bộ sản lượng từ 1973).

- Dùng chất biến tính phức hợp có cả hợp kim trung gian $Fe - Si - Mg$ và nguyên tố đất hiếm ở dạng mismetan, với cách này có thể biến tính cả gang với thép cũng tăng dẻo 2 lần, tăng bền 30%, kỹ thuật biến tính cũng đơn giản vì ít bốc cháy, êm.

3. Gang dẻo

Gang dẻo (còn gọi là gang rèn) là loại vật liệu kết cấu được dùng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp: chế tạo ô tô, máy kéo, toa xe, máy nông nghiệp, máy dệt...

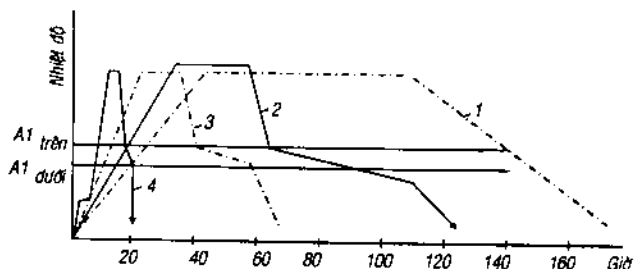


Hình 29. Tốc độ nâng cao độ bền gang dẻo.
1) Gang dẻo có nhiệt luyện thêm
2) Gang dẻo peclit
3) Gang dẻo ferit

So với gang xám, gang dẻo bền hơn, lại có tỷ lệ dẫn dài cao hơn, độ dai va đập ak lớn gấp 4 đến 6 lần, vững ăn mòn tốt hơn, vững mài mòn cũng tốt hơn (nhất là với tổ chức peclit). So với thép đúc, gang dẻo có cơ tính gần bằng nhưng giá thành rẻ hơn, dễ đúc hơn.

Gang dẻo thường được dùng trong trường hợp cần chịu tải trọng động, độ bền khá cao.

Gang dẻo ra đời từ 1874 ở châu Âu, tới nay chỉ chiếm khoảng 3,5% tổng sản lượng hợp kim đúc nhưng tốc độ phát triển gang dẻo vẫn còn hợp thép đúc và gang xám. Tuy có sự cạnh tranh của gang cầu, sản xuất gang dẻo ở nhiều nước trên thế giới vẫn giữ vững và có phát triển. Đó là nhờ đã áp dụng nhiều tiến bộ kỹ thuật, tăng độ bền, rút ngắn thời gian ủ, hạ giá thành (xem hình 29).



Hình 30. Cải tiến chế độ ủ gang dẻo cho thời gian:

1) Sơ đồ năm 1900; 2) 1920; 3) 1940; 4) 1970

So với đúc gang xám quá trình chế tạo vật đúc bằng gang dẻo phức tạp và kéo dài hơn.

1. Si phải thấp (2,8 - 3,4%C; 0,5 - 0,9%Si) để dễ nấu, dễ đúc. Song gang này phải ủ theo một chế độ khác: ủ trong môi trường oxi hóa, dùng quặng sắt chèn quanh vật đúc để làm thoát bớt cacbon trong gang. Với cách ủ này (*chế độ 1 hình 30*) thời gian ủ dài, nên đạt peclit hoặc có chút ít peclit, độ bền cao hơn gang dẻo tâm đen nhưng độ dẫn dài kém nhiều. Với loại gang thành phần này không dám ủ theo chế độ graphit hóa cho nên là ferit hoàn toàn vì cơ tính sẽ rất kém.

Từ năm 1933 đã bắt đầu dùng loại gang dẻo peclit có thành phần như gang dẻo tâm đen nhưng có lượng Mn cao hơn (0,8 - 1,2%) và không ủ theo chế độ 2,3 hình 30; mà bỏ bớt giai đoạn graphit hóa thứ hai (ủ trong khoảng chuyển biến cùng tích A1). Kết quả là gang có nền peclit, bền, rắn hơn nhưng kém dẻo so với gang dẻo tâm đen; tuy vậy vẫn tốt hơn gang dẻo tâm trắng.

Ngày nay người ta ít nói đến danh từ gang dẻo tâm đen, tâm trắng mà thường dùng cách phân loại: gang dẻo ferit và gang dẻo peclit. Thành phần tốt nhất đối với gang dẻo cũng biến đổi theo thời gian.

Năm 1920	1950	1970
C% 2,2 - 2,4	2,3 - 2,5	2,4 - 2,6
Si% 0,8 - 1,0	1,1 - 1,2	1,4 - 1,6

Nấu gang dẻo ít *C* và ít *Si*, nhiệt độ cao không còn là chuyện khó như xưa vì bây giờ thường dùng cách nấu kép, nấu trong lò điện hồ quang. Nhưng xu hướng hiện nay là dùng gang có thành phần *C* và *Si* đều cao, gần tới mức gang xám thường để rút ngắn thời gian ủ, gang đúc ra vẫn trắng nhờ có biến tính các nguyên tố chống xám như *B*, *Bi*, *Te*, *Sb* (với lượng nhỏ chỉ vài phần ngàn).

Rút ngắn thời gian ủ là hướng phấn đấu chủ yếu của sản xuất gang dẻo trên thế giới trong nhiều năm nay. Năm sáu chục năm trước, một chu kỳ ủ kéo dài tới 100 - 150 giờ thì nay chỉ còn khoảng 24 - 27 giờ. Nhưng năm gần đây cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu rút ngắn thời gian ủ praphit hóa gang dẻo tới 10 - 15 giờ nhưng thực tế do khi nấu có ba động (biến động) về thành phần nên kết quả chưa thật ổn định, vì thế nhiều xưởng vẫn có xu hướng dùng chế độ ủ cũ dài nhưng an toàn, đảm bảo sản xuất ổn định hơn. Để rút ngắn thời gian ủ gang dẻo, người ta phải dùng phối hợp nhiều biện pháp:

- Tăng lượng *Si* trong gang, có khi tới 1,4 - 1,5% (với gang ferit) hoặc tới 1,6 - 2% (với gang peclit) nhưng phải dùng kèm chất biến tính *B*, *Bi*, *Te* để ngăn cản sự praphit hóa khi kết tinh (chống xám). Cần chú ý rằng tăng *Si* bằng cách tăng lượng gang thổi trong phối

liệu thì ít an toàn vì graphit thô to nhiều, dễ làm gang dẻo có khynh hướng kết tinh ra gang xám. Tăng *Si* có tăng bền, tỷ lệ dẫn dài ít thay đổi nhưng độ dai va đập *ak* giảm nhiều do đó dùng cũng hạn chế.

- Biến tính gang lỏng bằng nguyên tố *Al* (0,005 - 0,03%) hoặc *Ti* (0,05 - 0,12%) để trung hòa ảnh hưởng xấu của nitơ và oxi; thường vẫn biến tính kèm với *Bi*, *B*, hoặc *Sb*.

- Xử lý nhiệt trước khi ủ: nung ở nhiệt độ 350 - 400 độ C khoảng 2 - 4 giờ rồi nung ngắn ở 650 độ C sau đó để nguội trong không khí để tạo thêm mầm; giữ nhiệt ở 350 - 400 độ C vài giờ rồi mới nâng nhiệt tiếp tới bước praphit hóa thứ nhất (*xem chế độ 4 hình 30*); tôi để tạo nền mactenxit cũng tăng số mầm do xêmentit vỡ (nung 970 - 980 độ C, tôi trong dầu).

- Làm nguội nhanh khi đúc để tạo cacbit nhỏ mịn; trường hợp này cho phép dùng gang có *C* và *Si* cao (gang dẻo đúc trong khuôn kim loại).

- Hoàn thiện chế độ ủ: giai đoạn 1 ủ ở nhiệt độ đủ cao khoảng 980 độ C (cao quá trên 1000 độ C dễ sinh graphit tấm) xong giai đoạn 1 nên làm nguội nhanh tới nhiệt độ trên khoảng chuyển biến, giai đoạn 2 nguội chậm qua khoảng chuyển biến nhưng cần khống chế chặt chẽ. Những năm gần đây người ta chú ý nhiều

tới việc cải tiến lò ủ: ủ không đỡ tốn nhiệt, vỡ nhanh, dùng lò liên tục có khí N_2 bảo vệ.

Ngoài hai loại gang dẻo ferit và peclit thường gặp, ngày nay còn thêm nhiều công nghệ chế tạo gang dẻo mới nữa:

- Gang dẻo có C đương lượng cao để nấu dễ, ít tật đúc, ủ nhanh, gang có 3 - 3,2% C ; đến 2,3% Si ; biến tính 0,01 - 0,02% Te đồng thời thổi khí H_2 để tăng số mầm. Với thành vật đúc mỏng dưới 25mm chỉ cần ủ 9 giờ đã thành gang dẻo ferit (độ dẻo và độ dai ak có kém chút ít). Theo hướng này có thể dùng gang có thành phần của gang xám để sản xuất gang dẻo, rất tiện.

- Gang dẻo có lượng S cao: tăng lượng S sẽ hoàn toàn tránh được nguy cơ sinh graphit tấm khi đúc nhưng phải đảm bảo tỷ lệ $Mn/S = 1$. Hiện nay đã dùng gang dẻo với lượng S tới 0,3 - 0,4%. Độ dai và đập ak của gang này có kém.

- Gang dẻo cầu: dùng Mg hoặc các chất cần hóa khác để biến tính sẽ trừ bỏ được nguy cơ tạo gang xám khi đúc sau khi ủ lại có graphit cầu. Gang dẻo cầu này có ưu điểm lớn là cho phép dùng hàm lượng C cao tới 3,3 - 4,0%. Ở đây cacbon cao không có hại vì chỉ tăng lượng graphit ở dạng cầu. Dĩ nhiên nếu dùng gang ít

C và ít Si để chế tạo thành gang dẻo cầu thì cơ tính càng cao.

- Gang dẻo có nhiệt luyện thêm, ví dụ tôi dầu, ram có thể đạt nền mactenxit ram, cơ tính rất cao.

4. Hoàn thiện lò nấu gang

Trong vòng vài chục năm gần đây người ta nhận thấy nguyên liệu dùng nấu gang thay đổi nhiều theo chiều hướng không tốt.

- Do cường hóa quá trình nấu luyện nên lò cao sản xuất ra gang thời nhiều cacbon hơn, graphit thô to hơn.

- Gang vụn qua nấu lại nhiều lần đã tăng hàm lượng S tới 0,12 - 0,15%.

- Chất lượng than cốc cũng kém đi.

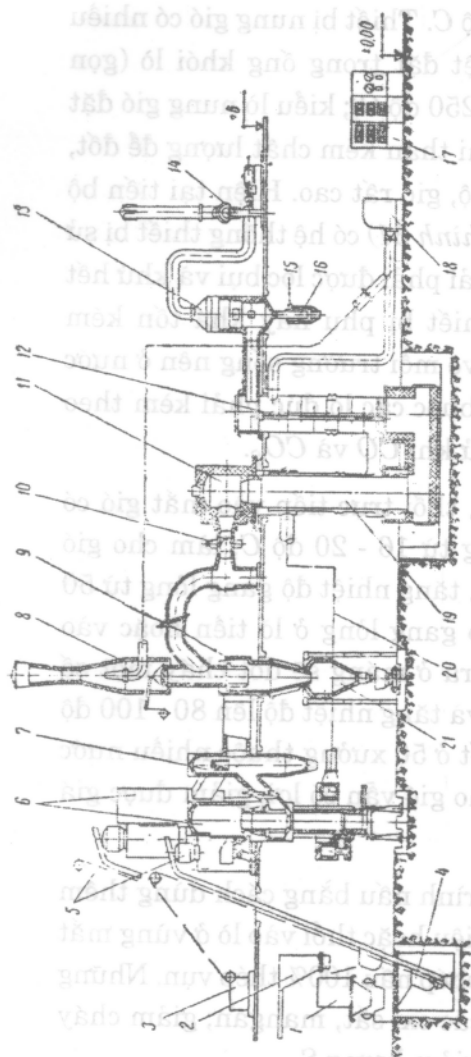
Than cốc xấu, nguyên liệu xấu, muốn nâng cao chất lượng gang chỉ còn cách độc nhất là hoàn thiện thiết bị nấu. Lò điện ngày càng được dùng nhiều, trong tương lai không xa sẽ trở thành loại lò chủ yếu. Lò dùng nhiên liệu lỏng và rắn tuy được cải tiến nhiều, nhưng do sinh nhiều bụi khói dễ làm nhiễm bẩn khí quyển nên dần dần đã phải nhường chỗ cho các loại lò dùng điện năng, sạch hơn, kinh tế hơn, Số lượng lò

đứng ở một vài nước lớn đã giảm một nửa trong vòng 20 năm qua, nhưng năm 1972 ở hội nghị "Chọn lò nấu cho đúc gang" do B.C.I.R.A.¹ tổ chức, người ta vẫn cho rằng lò đứng chạy bằng than cốc là loại lò lâu đời, đơn giản, cơ động có hiệu quả cao, nấu liên tục được và còn có khả năng phát triển. Lò đứng lớn nhất thế giới hiện nay có 2700 năng suất 100t/giờ kèm 2 lò chứa 87t. Thực tế cho tới nay lò đứng vẫn là loại lò nấu có năng suất cao nhất vì thế vẫn còn được ưa dùng. Để khắc phục những điểm yếu của lò đứng chạy bằng than cốc và gió lạnh (nhiệt độ gang ra lò chưa cao, thành phần không ổn định khó khống chế), ngoài việc chọn dùng than cốc tốt, người ta áp dụng nhiều biện pháp kỹ thuật mới thường được gọi là biện pháp cường hóa quá trình nấu:

1) Giảm tỷ lệ mất gió $\Sigma \text{gió}/F$ là từ 25% xuống còn 5 - 10% (lò đúc mất gió nhỏ) đồng thời dùng quạt có áp suất gió cao hơn và điều chỉnh quan hệ than và gió để vừa tăng nhiệt độ chút ít vừa tăng công suất lò. Cách này đơn giản, ở nước ta coi là biện pháp số một.

2) Dùng gió nóng sẽ giảm được than, nếu nhiệt độ gió nóng khoảng 400 - 750 độ C thì có thể tăng nhiệt

¹(1) Viết tắt Của hội nghiên cứu gang đúc Anh.



Hình 31. Sơ đồ hệ thống thiết bị của lò đúc kín dùng gió nóng: 1. xe cân; 2) bunke dùng đổ than và đá vôi vào thùng liệu; 3) tời kéo thùng liệu; 4) xe kíp; 5) bộ phân trút liệu đặc biệt, đảm bảo định lò luôn kín; 6) hai lò đứng dùng chung một hệ thống lọc bụi và hệ thống nung gió; 7) thùng lắng những hạt bụi cỡ lớn để hạn chế mòn gạch ở xilon lắng bụi 9; 8) ống phun gió lạnh có nhiệm vụ hút khí lò đúc ra ngoài trong trường hợp lò đúc chạy bằng gió lạnh không dùng hệ thống nung gió (khi đổ van dẫn khí gang lò gió nóng phải đóng lại và nắp ở đỉnh xilon 9 được mở ra; 9) xilon có xây gạch bên trong, lọc bụi theo phương pháp khô; 10) buồng trộn khí lò đã sạch bụi; 11) buồng đốt thêm khí lò cho CO cháy hoàn toàn; 12) thùng lọc bụi theo phương pháp ướt; 13) quạt hút khói; trong ống, gió lạnh chảy bên ngoài; 14) thùng lọc bụi theo phương pháp ướt; 15) quạt hút khói; 15 - 16) bình chứa để trung hòa và lắng nước chứa bụi và có tính axit từ thùng 13 chảy xuống; 17) băng điều khiển; 18) quạt cung cấp gió cho lò đứng; 19) buồng nung gió kiểu bức xạ, khí lò chảy trong ống giữa, gió nóng chuyển từ buồng 12 sang chảy trong ống bao ngoài, được nung nóng thêm trước khi vào hộp gió lò đứng; 20) đường ống dẫn gió nóng vào lò đứng; 21) bunke hứng bụi rơi từ xilon 9

độ gang lỏng tới 1500 độ C. Thiết bị nung gió có nhiều loại: kiểu trao đổi nhiệt đặt trong ống khói lò (gọn nhưng nhiệt độ gió chỉ 250 độ C); kiểu lò nung gió đặt ngoài lò đứng, dùng loại than kém chất lượng để đốt, có thể đảm bảo nhiệt độ, gió rất cao. Hiện tại tiến bộ nhất là loại lò đúc kín (*hình 31*) có hệ thống thiết bị sử dụng lại khói lò. Khí thải phải được lọc bụi và khử hết CO. Dùng hệ thống thiết bị phụ này khá tốn kém nhưng do yêu cầu bảo vệ môi trường sống nên ở nước tiên tiến người ta bắt buộc các lò đúc phải kèm theo hệ thống lọc bụi và khử khí CO và CO₂.

3) Dùng thêm oxi, thổi trực tiếp vào mắt gió có thể tăng nhiệt độ gang từ 16 - 20 độ C; làm cho gió giàu oxi 20 - 25% than, tăng nhiệt độ gang lỏng từ 50 - 80 độ C. thổi oxi vào gang lỏng ở lò tiền hoặc vào dòng gang đang chảy ra ở máng sẽ đốt cháy một số nguyên tố trong gang và tăng nhiệt độ lên 80 - 100 độ C. Người ta đã tổng kết ở 50 xưởng thuộc nhiều nước thấy dùng oxi thêm vào gió vẫn có lợi, giảm được giá thành.

4) Hoạt hóa quá trình nấu bằng cách dùng thêm CuC₂, SiC trong phối liệu hoặc thổi vào lò ở vùng mắt gió, bằng cách này cho phép nấu 100% thép vụn. Những chất này khử oxi của các oxi sắt, mangan; giảm cháy hao Si, Mn đồng thời giảm lượng S.

5) Dùng lò tiền có đốt nóng thêm bằng khí, bằng điện trở, hồ quang điện hoặc điện cảm ứng. Lò tiền này có thể là loại lò chứa (mixe) thường được chế tạo riêng, có thể quay rót được, dung tích có khi gấp 2 lần năng suất giờ của thiết bị nấu đảm bảo nhiệt độ của thành phần đồng đều.

6) Gần đây có chú ý nhiều tới loại lò đúc dùng hàng mắt gió thứ hai bằng hàng chính, cách nhau 800 - 900mm có tác dụng giảm 20 - 32% than, tăng tốc độ nấu 11 - 23%, tăng nhiệt độ từ 40 - 50 độ C.

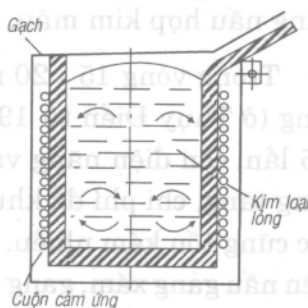
5. Phát triển dùng lò điện

Từ trước tới nay lò điện hồ quang 3 pha được dùng nhiều trong các xưởng đúc thép (nấu tới 2/3 sản lượng) thay dần cho lò thổi, lò bòng. Lò cảm ứng thường dùng nấu thép đặc biệt. Lò cảm ứng có lõi (lò rãnh) thường dùng nấu hợp kim màu.

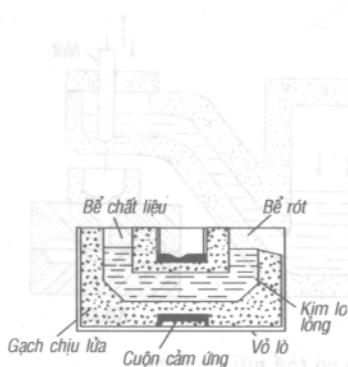
Trong vòng 15 - 20 năm gần đây vì giá than cốc tăng (ở Thụy Điển từ 1955 - 1970 than cốc tăng giá 2,5 lần; còn điện năng vẫn giữ giá cũ); giá gang thoi cũng tăng, chi phí để khử khói lò đúc sạch bụi và khí độc cũng tốn kém nhiều. Vì thế đã phát triển dùng lò điện nấu gang xám, gang dẻo, gang hợp kim. Sản lượng gang nấu trong lò điện năm 1970 đã lên tới 65 - 70% tổng sản lượng gang đúc.

Lò điện cảm ứng không lõi (hình 32) được dùng nhiều, nhất là lò dùng điện tần số công nghiệp (hiện đã có lò dung tích lớn tới 60 tấn năng suất 36 tấn/giờ). Lò cảm ứng sạch, nấu ít cháy bao, liệu thường phải sạch, nhiệt độ kim loại ra lò có thể cao tới 1560 độ C. Dùng điện công suất cao là nét nổi bật trong cuộc cách mạng của lò này (năm 1960 lò 20t có công suất điện 830 KVA nhưng 1969 có công suất 5400 KVA tăng 6 lần). Lò cảm ứng tần số thấp được ưa dùng ở Nhật. Lò cảm ứng nằm ngang không lõi HCIF ra đời năm 1969 (hình 33) có khả năng nấu liên tục, lại giảm 15 - 20% lượng điện tiêu thụ, tường lò có tuổi thọ cao; có thể nấu riêng hoặc gắn với lò đứng. Người ta đã thiết kế cả những lò có thể rót tự động nhờ khí nén (hình 35).

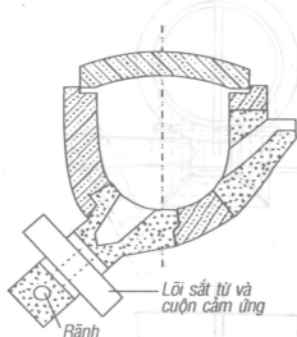
Lò hồ quang lớn nhất trong sản xuất thép có dung tích 360 tấn (năng suất 120t/h); còn nấu gang chất lượng cao xưởng đúc thường dùng lò cỡ 1,5, 10, 20t lớn nhất là 60t (năng suất lớn nhất là 60t (năng suất 25 - 30t/h).



Hình 32. Sơ đồ lò điện cảm ứng không lõi

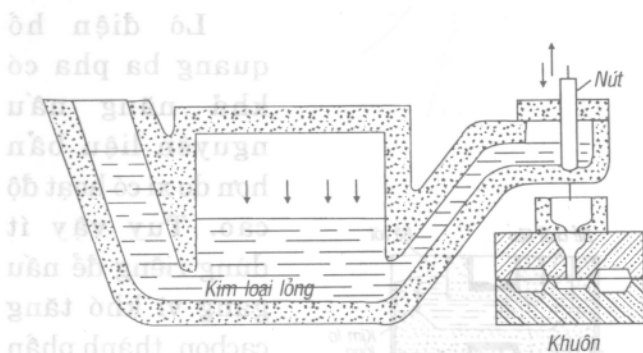


Hình 33. Mặt cắt lò điện cảm ứng nằm ngang H.C.I.F. kiểu chữ U.



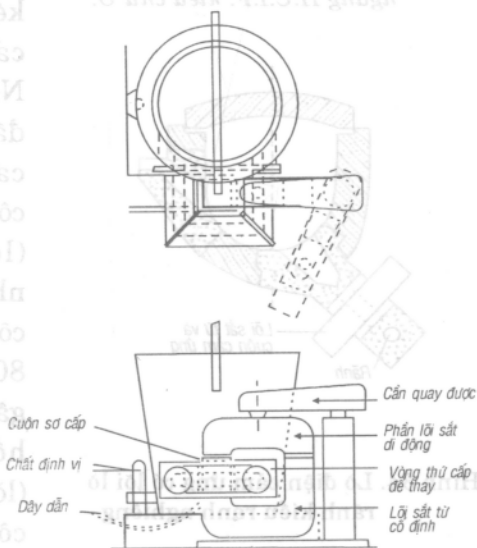
Hình 34. Lò điện cảm ứng có lõi lò rãnh kiểu rãnh nghiêng

Lò điện hồ quang ba pha có khả năng nấu nguyên liệu bền hơn do xỉ có hoạt độ cao. Tuy vậy ít dùng riêng để nấu gang vì khó tăng cacbon, thành phần kém đồng đều, thường dùng nấu kép (duplex) với lò cảm ứng có lõi. Những năm gần đây đã xuất hiện các lò hồ quang công suất siêu cao (lò U.H.P. nấu nhanh), đã có loại công suất điện tới 800KVA/ tấn liệu, gấp 2 - 3 so với lò hồ quang thường (lò cảm ứng tần số công nghiệp công suất cao cũng chỉ đạt 300 KVA/ tấn).



Hình 35. Lò có thể nới tự động
nhờ khí nén

Lò rãnh
(lò cảm ứng có
lõi) tiết kiệm
năng lượng
hơn, có loại
tang trống
nằm ngang
(với nhiều cỡ
dung tích từ
45 đến 200
tấn) có loại
tang trống
dựng đứng (5 -
45t); thường
được trang bị
một hoặc hai



Hình 36. Nồi rót có gắn thêm cuộn
cảm ứng để tăng nhiệt độ.

cuộn cảm ứng dễ thay công suất từ 200, 400, 600 đến 1100KVA. Lò rãnh thường được dùng nấu kép với lò đứng, lò nổi cảm ứng, lò hồ quang, khi đó thường được gọi là lò chứa. Có nơi dùng cả nổi rót di động có gắn thêm cuộn cảm ứng để tăng nhiệt độ (hình 36).

Cần lưu ý rằng các lò điện ngày nay đều có thêm trang bị nung liệu: dùng khí đốt nung liệu rắn đang ở trong thùng liệu lên tới 500 - 650 độ C với thời gian ngắn (4 - 12 phút) sau đó mới chắt vào lò. Do khí đốt rẻ hơn điện 3 - 6 lần nên nung liệu trước sẽ mang lại hiệu quả kinh tế lớn, giảm lượng điện tiêu thụ (chỉ 335 - 350kWh / tấn), giảm thời gian nấu, tăng năng suất lò.

Xu hướng chung ở thế giới hiện nay là dùng cách nấu kép (duplex) lò đứng với các loại lò điện khác vì tận dụng được điểm tốt của lò đứng là năng suất nấu cao (nhất là với lò > 15t/h). Lò điện khi đó sẽ làm nhiệm vụ nâng cao chất lượng gang lỏng: tăng nhiệt độ, điều chỉnh và làm đồng đều thành phần, tạo điều kiện để hợp kim hóa hoặc biến tính dễ dàng.

6. Dùng chân không để tinh luyện và khử khí

Kim loại lỏng có khả năng hòa tan nhiều loại khí. Nguyên liệu ẩm, rỉ, lẫn dầu mỡ; thời gian nấu dài; nhiệt độ cao thì khí hòa tan nhiều. Khi kim loại đông đặc khí hòa tan sẽ thoát ra tạo nên rỗ khí. Ngăn ngừa

khí hòa tan và khử khí trong kim loại lỏng là hai biện pháp cần tiến hành đồng thời.

Khử khí bằng cách dùng chân không là kỹ thuật hiện đại, nay đã được dùng nhiều. So với phương pháp tinh luyện bằng cách lọc đối với hợp kim màu hoặc với gang thép thì dùng chân không lợi hơn: vừa khử khí vừa tinh luyện cho hết tạp chất rắn.

Đối với những kim loại rất dễ hòa tan khí có thể nấu luyện trong chân không (*hình 37b*) rồi rót trong không khí. Nấu luyện trong chân không tốn kém. Khử khí trong chân không nhanh, rẻ hơn, được dùng nhiều. Thông thường nấu xong, rót ra nổi rồi đưa vào buồng tạo chân không (cần bơm tạo chân không mạnh (*hình 37a*)). Cách này đơn giản, với thép phải quá nhiệt thêm 80 - 100 độ C.

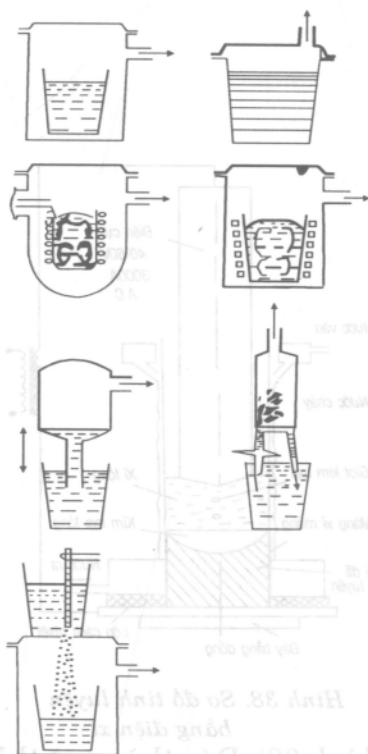
Cũng có nhiều cách khác khử khí hiệu quả hơn, ít mất nhiệt hơn (*xem hình 37*).

- Phương pháp Bochumer Verein (bắt đầu dùng từ 1950): hút chân không khi kim loại đang chảy thành dòng nhỏ, diện tiếp xúc với chân không tăng (*hình 37d*)

- Phương pháp R - H (Ruhrstahl Heraeus) phát triển rất nhanh từ 1957: hút kim loại lỏng cho phun lên để khử khí trong buồng chân không rồi lại rơi xuống

chảy vào nồi. Cách này khử khí liên tục ít mất nhiệt, khuấy trộn tốt (hình 37c phải).

- Phương pháp D - H (Dortmund - Horder) nghĩ ra từ 1886 nhưng tới 1950 mới dùng: hút kim loại vào một nồi đặt trên thùng rót để khử khí từng phần (hình 37c trái).



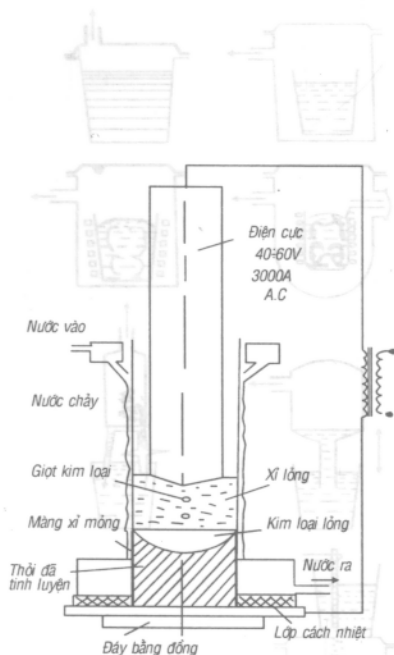
Hình 37. Các hình thức xử lý chân không kim loại lỏng.

a) Xử lý nồi rót; b) xử lý lò nấu;

c) xử lý từng phần; d) xử lý dòng nhỏ.

7. Tinh luyện và đúc theo phương pháp điện xỉ

Tinh luyện kim loại bằng phương pháp điện xỉ bắt đầu có từ 1939 nhưng sau 1950 mới phát triển mạnh do cải biến từ phương pháp hàn điện xỉ ở viện



Hình 38. Sơ đồ tinh luyện bằng điện xỉ

hình 38). Đáy thùng và thỏi được nối với nguồn điện xoay chiều 40 - 60V, kim loại từ thỏi chảy thành giọt, không tiếp xúc không khí mà chỉ qua xỉ lỏng, được tinh luyện sau đó rơi xuống đáy và kết tinh thành thỏi mới.

Phương pháp này dùng sản xuất thép đặc biệt chất lượng cao, hợp kim niken, titan. Lượng điện tiêu thụ khoảng 1000 đến 1700 kWh/ tấn; tốc độ nấu khoảng 2,5 đến 14kg/ phút.

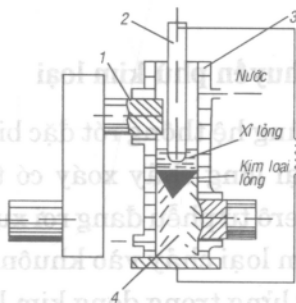
hàn điện nổi tiếng E. O. ATOH tại Kiếp Liên Xô.

Phương pháp tinh luyện này có ưu thế hơn tinh luyện bằng chân không vì giá thành rẻ, thiết bị đơn giản hơn.

NGUYÊN LÝ:

Đem kim loại cần tinh luyện đúc thành thỏi dài rồi nhúng vào một thùng (có nước làm nguội) chứa xỉ lỏng (2000 độ C, dẫn điện), đáy thùng được làm nguội bằng nước (xem

Gần đây đã nghiên cứu đúc trực tiếp sản phẩm bằng phương pháp điện xỉ. Về nguyên lý cũng tương tự như cách tinh luyện bằng điện xỉ đã nêu trên. Khuôn kim loại có nước làm nguội đồng thời là chỗ nấu chảy và kết tinh luôn kim loại vừa chảy ra để tạo hình vật đúc. Đối với những chi tiết phức tạp ta đúc trước một số phần rồi đặt vào khuôn đúc tiếp bằng phương pháp điện xỉ, lúc này có sự hàn nối như khi hàn điện thông thường. Thực tế đã đúc trực khuỷu (hình 39), trục máy cán nguội, biên cho máy điêđen tàu biển, nồi dày của lò phản ứng hạt nhân.



Hình 39. Sơ đồ đúc điện xỉ trực khuỷu:

- 1) cổ 480 chuẩn bị nối;
- 2) điện cực tiêu hao
- 3) khuôn kim loại có nước làm nguội;
- 4) má đang được đúc.

Phương pháp đúc này có nhiều triển vọng vì:

- Thiết bị đơn giản, dễ thực hiện, cho phép đúc những chi tiết lớn, chất lượng rất cao có thể cạnh tranh với chi tiết rèn, dập.

- Khi đúc không có sự tiếp xúc giữa kim loại lỏng với vật liệu làm khuôn hoặc không khí, kim loại này chảy thành giọt đi qua xỉ lỏng chứa canxi flourua và canxi sẽ giảm S (còn 0,002%), N , O , H .

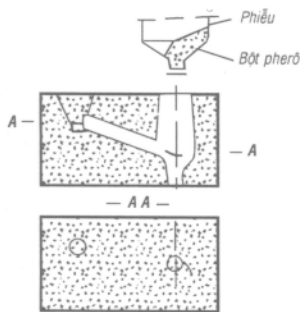
- Dễ dàng điều khiển tốc độ và hướng kết tinh do đó tránh được rỗ ngót mà cũng không cần dùng đậu ngót.

8. Rót huyền phù kim loại

Dùng hệ thống rót đặc biệt (*hình 40*) tạo nên dòng kim loại lỏng chảy xoáy có thể cuốn đi dòng bột sắt hay pherô từ phễu đang rơi xuống để hình thành huyền phù kim loại chảy vào khuôn. Những hạt kim loại rắn nằm lơ lửng trong dòng kim loại lỏng được coi như vật làm nguội trong, có tác dụng điều chỉnh quá trình đông đặc của vật đúc. Kết quả là vật đúc ra có tổ chức hạt nhỏ mịn, cơ tính cao.

Phương pháp rót huyền phù này được dùng khi đúc thép thổi (rót trong môi trường bảo vệ có khuấy liên tục để bột sắt phân bố đều trong thép lỏng)

Với cách rót này sẽ tránh được nứt nóng khi đúc hàng mỏng, phức tạp, tránh hoặc bớt dùng đầu ngót khi đúc vật thành dày (tới $300mm$), mặt vật đúc cũng nhẵn đẹp hơn ít bị cháy cát.



Hình 40. Hệ thống rót tạo huyền phù kim loại

Đã dùng cách rót huyền phù cho vật đúc bằng thép cacbon và thép hợp kim thấp cỡ từ 100 đến $10000kg$ với lượng bột sắt hoặc pherô mangan khoảng 1 - 2%; cỡ hạt, 0,15 - 0,3mm với bột sắt; 0,3 - 1,5mm với pherô. Vật đúc bằng thép Hatphin

13% Mn rót huyền phù cũng có kết quả tốt.

Đúc gang cũng có thể dùng cách rót huyền phù.

Tương lai có triển vọng dùng cách rót này để tạo thép hợp kim trong quá trình đúc: biến tính huyền phù bằng pherô hợp kim.

Gần đây Bộ môn kỹ thuật đúc trường Đại học Bách khoa Hà nội đã cộng tác với các kỹ sư và công nhân đúc ở hai nhà máy cơ khí Hà Nội và cơ Khí Mai

động sử dụng tiến bộ kỹ thuật này trong sản xuất, đúc một số mặt hàng thép và gang có thành dày, khối lượng lớn.

MỤC LỤC



<i>Lời nói đầu</i>	5
I. XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA KỸ THUẬT ĐÚC	7
TIẾN BỘ CỦA CÔNG NGHỆ ĐÚC TRONG KHUÔN CÁT	14
1. Khuôn cát còn giữ vai trò quan trọng	14
- Khuôn tươi - khuôn khô - khuôn sấy bề mặt	15
- Khuôn tự đông rắn	18
2. Những hỗn hợp cát mới cát lượng cao.	19
- Hoạt hóa đất sét bentonit để tăng chất lượng	19
- Khuôn cao áp	25
- Hỗn hợp cát - xi măng tự khô	27
- Hỗn hợp cát - thủy tinh lỏng khô nhanh (phương pháp CO_2 , N, A)	28
- Hỗn hợp cát chảy lỏng	33
- Hỗn hợp dùng chất dính hữu cơ (cát dầu, cát nhựa)	37
II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÚC ĐẶC BIỆT	63
1. Đúc trong khuôn vỏ cứng.	66
Phương pháp C,D: hộp ruột nóng và hộp ruột nguội	67
2. Đúc chính xác bằng mẫu chảy	71
3. Đúc chính xác bằng mẫu vĩnh cửu	77
4. Đúc trong khuôn kim loại	80
5. Đúc ly tâm	88

6. Đúc áp lực	94
7. Đúc liên tục	103
8. Đúc hút chân không	106
9. Đúc dập lỏng	108
10. Đúc bằng khuôn dùng mẫu chảy	108
11. Đúc trong khuôn từ	110
12. Đúc theo phương pháp V	111
III. CÁC HỢP KIM ĐÚC VÀ PHƯƠNG PHÁP NẤU RÓT TIỀN TIẾN	115
1. Gang xám thường và gang xám biến tính	115
2. Gang praphit cầu	122
3. Gang dẻo	134
4. Hoàn thiện lò đứng nấu gang	141
5. Phát triển dùng lò điện	145
6. Dùng chân không để tinh luyện và khử khí	149
7. Tinh luyện và đúc theo phương pháp điện xỉ	151
8. Rót huyền phù kim loại	154

Kỹ thuật đúc

Phát hành tại: **Nhà sách THÀNH NGHĨA**
288B AN DƯƠNG VƯƠNG, Q.5, TP.HCM • ĐT-FAX: 8392516

KY THUAT ĐUC

2 | 011200 | 000835

S394 24/04/05 15,000

GIÁ : 15.000 đ