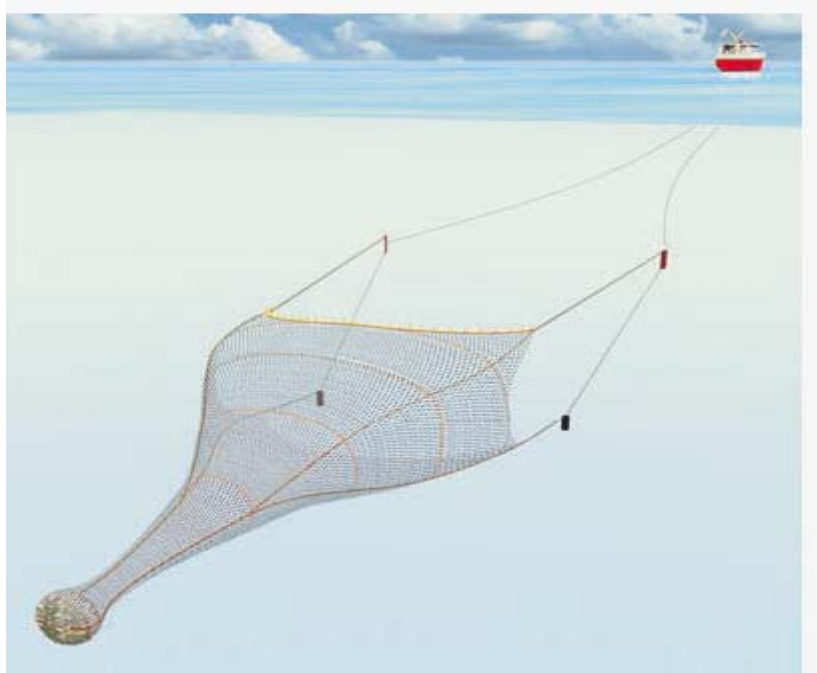


Ths Hà Phước Hùng

GIÁO TRÌNH

**KỸ THUẬT KHAI THÁC THỦY
SẢN**
Tập 2



Ebook.moet.gov.vn, 2007

PHẦN I. NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN

CHƯƠNG 1.

LÝ THUYẾT VỀ NGƯ CỤ VÀ CÁC HỆ THỐNG KHAI THÁC

1. Sự phát triển ngư cụ và các hệ thống khai thác

Từ xa xưa con người đã biết sử dụng ngư cụ thô sơ như là lao, tên, móc, v.v.. làm từ các vật liệu sẵn có như: đá, xương, vỏ sò, răng động vật,... để khai thác thủy sản. Thời đó, để bắt cá trong vùng nước cạn người ta đắp các bờ bằng đất, hoặc đá, đôi khi dựng các tấm dăng sậy dạng chữ V để hướng cá vào nơi đánh bắt. Phương tiện đi lại và vật chứa đựng chỉ là các xuồng độc mộc, rổ tre hoặc nôi đất. Sau đó ngư cụ được cải tiến thêm một bước mang tính chủ động hơn như: câu, lờ, lợp, v.v...

Sự xuất hiện lưới là bước tiến quan trọng trong hoạt động khai thác. Nhờ đó mà một số ngư cụ mới được ra đời, như: lưới rê, lưới dăng; và một số ngư cụ đánh bắt có tính chủ động như: lưới chụp, lưới nâng, lưới vây, lưới kéo.

Gần đây người ta đã phát triển thêm nhiều kỹ thuật và thiết bị hàng hải phục vụ cho việc đánh bắt trên biển. Nếu ban đầu chỉ là các xuồng chèo với ngư cụ đơn giản, khai thác gần bờ, thì sau đó thuyền buồm đã giúp ngư dân có thể đi xa hơn và chở ngư cụ lớn hơn. Tiếp đến, với tàu chạy bằng động cơ hơi nước đã tạo nên các nghề khai thác mới, như: lưới kéo, lưới vây và lưới rê xa bờ. Ngoài ra, việc cơ giới hoá vào nghề đánh bắt (tời thu lưới) cũng làm giảm rất nhiều công sức cho ngư dân.

Hoạt động khai thác hiện đại đặc trưng bởi sự phát triển nhanh chóng của các phương pháp đánh bắt chủ động. Lưới kéo có thể khai thác ở cả tầng đáy lẫn tầng mặt. Lưới vây rút chỉ hoạt động rất hiệu quả khi đánh cá có tập tính sống thành đàn ở tầng mặt đến sâu 200 m nước. Tuy vậy, mỗi loại ngư cụ chỉ hoạt động hiệu quả trong một số điều kiện nhất định mà thôi.

Đặc trưng chính của phát triển ngư cụ và phương pháp đánh bắt gần đây là cải tiến ngư cụ: mở rộng kích cỡ, tăng tốc độ kéo và xử lý ngư cụ, ứng dụng vật liệu mới nhẹ và bền chắc làm cho nước được lọc nhanh hơn làm tăng hiệu suất của ngư cụ. Tuy nhiên, do tăng kích cỡ và hoạt động xa hơn, sâu hơn, nên phải có tàu lớn hơn, nhanh hơn, vì thế thiết bị thăm dò, khai thác cũng được trang bị ngày càng hiệu quả hơn. Việc phát triển công nghệ đánh bắt kết hợp với thông tin liên lạc, dự báo ngày càng được cải thiện đã góp phần tăng sản lượng đánh bắt, giảm thời gian đi lại, tìm cá và xử lý ngư cụ. Ngoài ra, các thiết bị định vị, dò cá, giám sát ngư cụ trong quá trình hoạt động cũng ngày càng được tự động hoá.

Bảng 1.1 – Năng suất lao động của ngư dân

Sản lượng hàng năm/ngư dân (tấn)	Loại Ngư cụ
1	Bẫy, câu cần, lưới bằng xuồng chèo
10	Câu kiều gần bờ, lưới giăng và lưới kéo tàu nhỏ
100	Lưới kéo tàu lớn xa bờ
400	Lưới vây rút chỉ tàu lớn

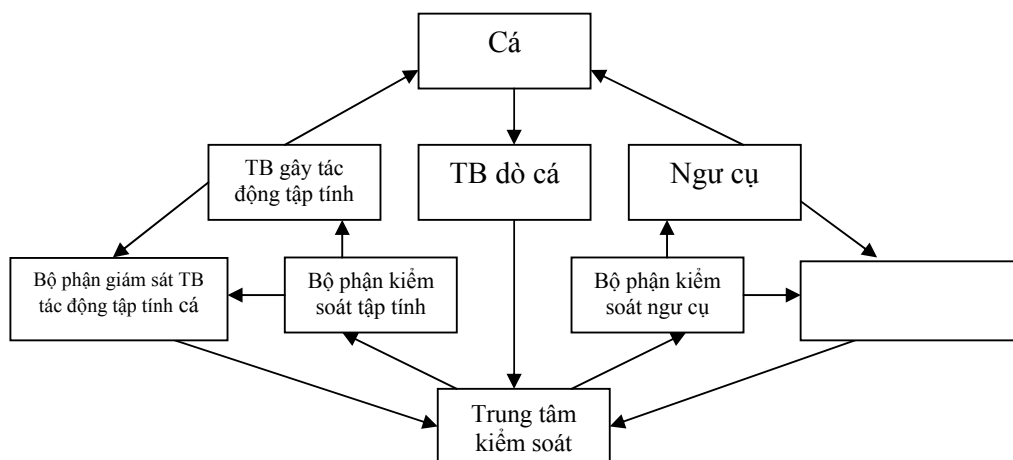
Nguồn: Fridman (1986)

Rõ ràng việc phát triển công nghệ khai thác mới đã góp phần đáng kể vào sự phát triển ngành thủy sản. Trong đó, đặc biệt là khâu cải tiến ngư cụ và thực hành các phương pháp đánh bắt mới. *Bảng 1.1* cho ta năng suất khai thác qua áp dụng các ngư cụ khác nhau.

- **Hệ thống khai thác**

Ngư cụ là một thành tố của một *hệ thống đánh bắt*, hệ thống này bao gồm: máy móc xử lý ngư cụ; tàu; thiết bị kiểm soát và dò tìm cá; đối tượng khai thác; và ngư trường. Hiệu quả hoạt động khai thác sẽ tùy thuộc vào mức độ mà hệ thống này có được và được kiểm soát như thế nào; khả năng thích ứng của hệ thống với các điều kiện ngư trường; khả năng phối hợp của các thiết bị, đặc biệt là chúng giúp điều chỉnh các tham số ngư cụ ra sao để phù hợp với tập tính cá.

Các thành tố của một hệ thống khai thác hiện đại theo Lukanov (1972) như sau (*Hình 1.1*):

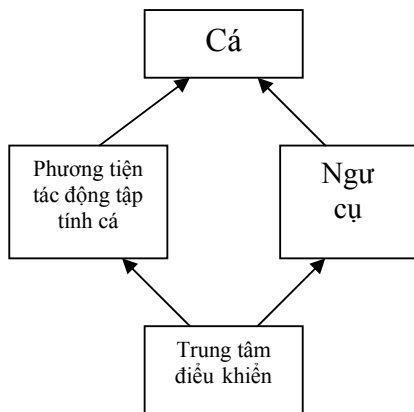


H 1.1 - Mô hình thông tin tổng quát của một hệ thống khai thác

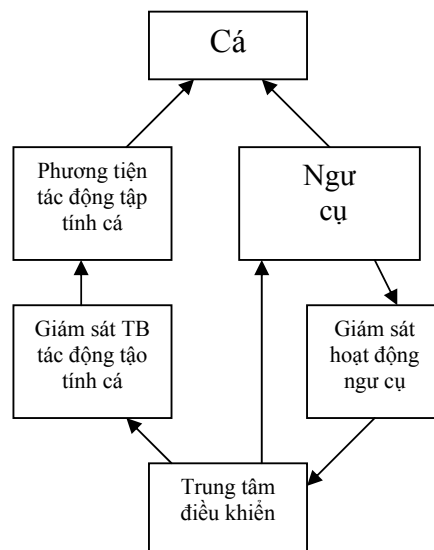
Trong các thành tố trên thì bộ phận theo dõi tập tính cá là máy dò cá. Bộ phận tác động tập tính cá là nguồn sáng. Bộ phận giám sát tác động tập tính cá và giám sát hoạt động ngư cụ là thủy thủ đoàn và máy móc ở phòng lái; bộ phận theo dõi hoạt động của lưới là máy quan sát hình dạng lưới và máy theo dõi sức căng của cáp.

Trong quá trình khai thác, thông tin về sự có mặt của đàn cá sẽ được thiết bị thăm dò ghi nhận rồi truyền đến trung tâm điều khiển. Từ đây, các lệnh từ trung tâm điều khiển sẽ được truyền đến bộ phận kiểm soát để kích hoạt thiết bị gây tác động tập tính cá hoặc kích hoạt thiết bị khai thác. Mặt khác, hoạt động của các thiết bị này cũng được báo về trung tâm điều khiển. Tại đây sự so sánh giữa các dữ liệu từ bộ phận giám sát và từ thiết bị dò cá sẽ là cơ sở để điều chỉnh hoạt động của hệ thống đánh bắt. Trong các hệ thống đánh bắt hiện đại thì máy vi tính sẽ làm nhiệm vụ xử lý thông tin.

Hình 1.1 là tượng trưng cho một mô hình thông tin hoạt động khai thác tổng quát. Bất cứ hệ thống khai thác cụ thể nào chỉ là một phần của hệ thống tổng quát này. Chẳng hạn, nếu khai thác lưới đăng thì ta sẽ có một hệ thống khai thác rất đơn giản (*H 1.2*). Nhưng nếu có thêm thành tố ánh sáng nhằm tăng cường hoạt động dẫn dụ cá đến cửa chuồng và thêm thiết bị theo dõi sự xuất hiện của cá trong chuồng lưới đăng thì hệ thống sẽ trở nên phức tạp hơn (*H 1.3*).



H 1.2 Mô hình thông tin của hệ thống lưới đăng



H 1.3 Mô hình thông tin của hệ thống lưới đăng có trang bị thêm thiết bị dụ dẫn và quan sát

1.1 Các đặc điểm của ngư cụ và phân loại ngư cụ

1.1.1 Các đặc điểm của ngư cụ

Về lý thuyết, một tiến trình khai thác có thể được xem là một sự kiểm soát có chủ định thông qua hệ thống đánh bắt. Trong đó, một thành tố quan trọng của hệ thống này là cá, tác động của ngư cụ lên cá là đầu vào và phản ứng của cá là đầu ra của hệ thống này. Trong ngữ cảnh như thế, thì các phương pháp đánh bắt có thể được phân loại như sau: (1) Các kiểu kiểm soát qua tập tính cá; và (2) các cơ chế đánh bắt.

Khai thác bao gồm 2 hoạt động chính: (1) Tác động (hoặc kiểm soát) tập tính cá, nhằm lôi cuốn hoặc hướng cá vào nơi mà ta muốn; (2) bắt cá, nghĩa là làm sao giữ cá lại và cho nước lọc qua.

Để kiểm soát tập tính cá có hiệu quả, cần tạo các kích thích để gây cho cá phản ứng lại theo tính chất mà ta mong muốn. Ta biết rằng phản ứng của tập tính cá là biểu hiện bản năng của loài với tác động của môi trường và ngoại cảnh. Vì thế, bản chất của khai thác là cố lợi dụng các đặc tính này để gây cho cá phản ứng lại trong tính chất có lợi cho người khai thác chúng.

Các kiểu kích thích trong vùng tác động của ngư cụ có thể gây cho cá phản ứng như: chạy trốn hoặc tự vệ; đổi hướng đi, chạy lao về một bên hoặc di chuyển lên, xuống, hoặc gồng chui qua khỏi mắt lưới. Phản ứng của cá sẽ phức tạp hơn một khi có các kích thích phụ trợ tăng cường như: quang, điện, âm học, thủy động học, cơ học, ...

Việc đánh bắt cá được thực hiện chỉ bởi 1 trong 5 cơ chế cơ bản là: đóng (vướng); bẫy; lọc; móc-xò; và bơm hút.

1.1.2 Phân loại ngư cụ

Do có nhiều loại ngư cụ nên việc phân loại phải được làm rõ trước khi các vấn đề về lý thuyết, tính toán và thiết kế chúng được nghiên cứu.

Có nhiều cách phân loại khác nhau dựa trên các đặc điểm cơ bản và kiểu dáng kỹ thuật độc đáo của ngư cụ. Nhưng phổ biến nhất là dựa trên hệ thống phân loại của FAO. Đó là các lớp phân loại nên dựa trên nguyên lý đánh bắt của chúng. Trong mỗi lớp còn được chia phụ theo cấu trúc và phương thức hoạt động của ngư cụ. Có 12 lớp ngư cụ cơ bản là:

Lưới Vây (hay còn gọi là *lưới bao* hoặc *lưới Rút*) là ngư cụ khai thác chủ động, đánh bắt theo nguyên lý lọc nước bắt cá, chủ yếu bắt cá đàn hoặc kết cụm thành đàn. Lưới vây thường không bao vây đàn cá hết độ sâu nơi khai thác, mà thông qua giềng rút chỉ để chặn cá thoát xuống phía dưới (H 1.4). Lưới Vây có thể đánh bắt bằng 1 tàu hoặc 2 tàu. Nếu đánh bắt bởi 1 tàu lưới Vây có cánh không đối xứng thường được áp dụng; còn đánh 2 tàu thì áp dụng lưới Vây đối xứng.

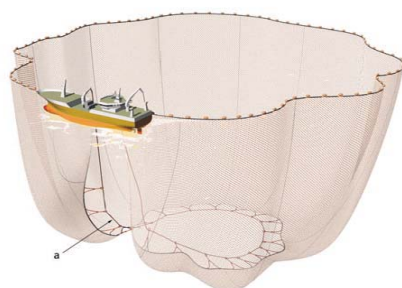
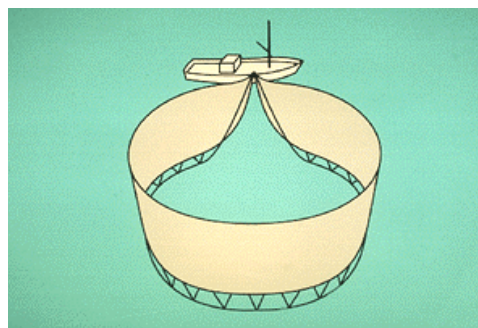
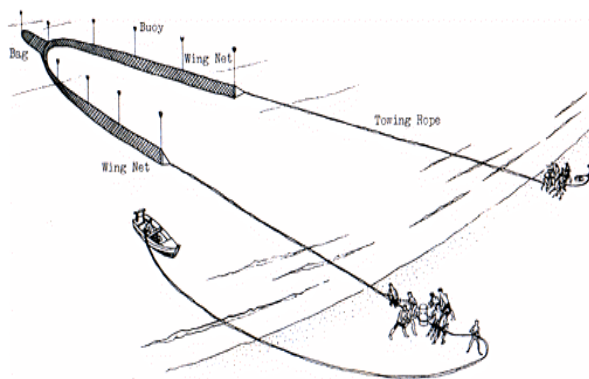


Figure 26.



H 1.4 - Lưới Vây rút chỉ. Ảnh của FAO (1985)

Lưới rùng là ngư cụ đánh bắt theo nguyên lý lọc nước bắt cá, cấu tạo gần tương tự lưới vây nhưng không có giềng rút chỉ, lưới được thả từ bờ và kéo lên bờ. Lưới hoạt động ở ven bờ (biển hoặc sông) nơi có nền đáy tương đối bằng phẳng (H 1.5).

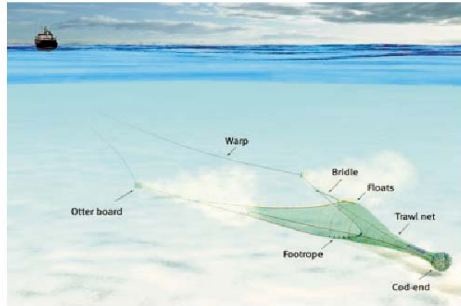


H 1.5 - Lưới Rùng. Ảnh của FAO (1985)

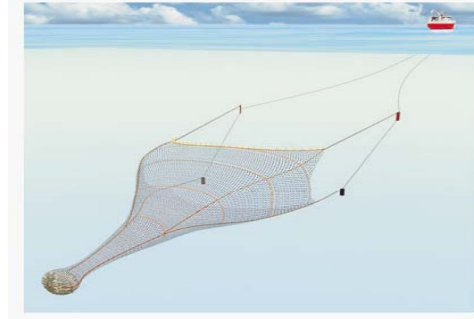
Lưới có thể có cánh đối xứng hoặc không đối xứng, có túi hoặc không túi. Do hoạt động ven bờ nên lưới rùng đánh cá từ tầng mặt đến sát đáy. Diễn hình cho loại lưới này là lưới rùng bờ biển và lưới rùng tàu nhỏ.

Lưới Kéo (hay còn gọi là *lưới cào*, hoặc *lưới Giả cào*) là ngư cụ khai thác chủ động, đánh bắt theo nguyên lý lọc nước bắt cá, cá bị lừa vào lưới dưới sức kéo đi tới của tàu và lưới. Lưới kéo có thể làm việc ở mạn hoặc đuôi tàu, được kéo bởi 1 hoặc 2 tàu (cào đôi). Lưới kéo 1 tàu cần phải có ván lưới để tạo độ mở ngang miệng lưới. Lưới Kéo có

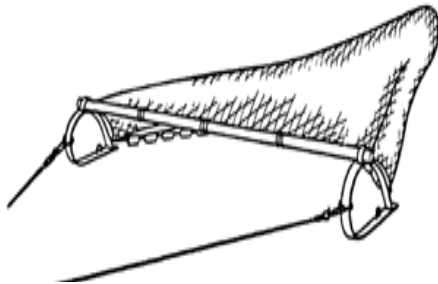
thể phân loại theo lưới kéo tầng đáy, lưới kéo tầng giữa, lưới Cào rường, lưới Cào đôi (H 1.6).



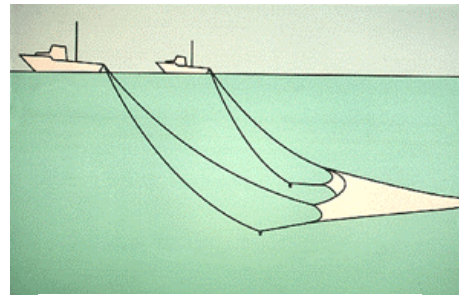
Lưới Kéo tầng đáy



Lưới kéo tầng giữa

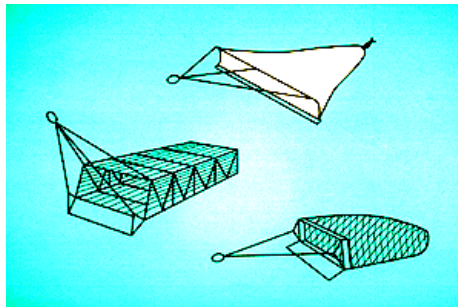


Lưới Cào rường



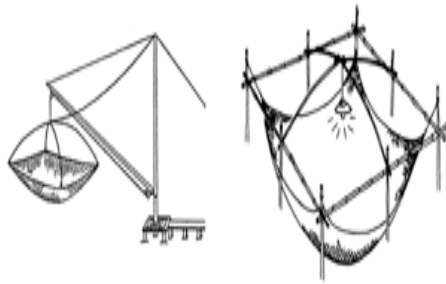
Lưới Cào đôi

Cào khung gồm một khung cứng bằng thép có mắc lưới túi (H 1.7). Cào khung chủ yếu cào sát và sâu vào nền đáy nhằm bắt các thủy sinh vật nhỏ như giáp xác, nhuyễn thể. Điển hình cho loại ngư cụ này là cào tay và cào xường nhỏ.

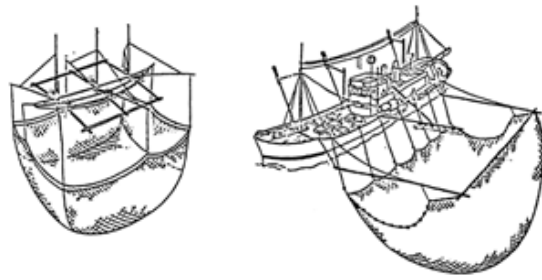


H 1.7 - Cào khung. Ảnh của FAO (1985)

Lưới nâng là ngư cụ khai thác chủ động, đánh bắt theo nguyên lý lọc nước bắt cá, lưới được thả ngầm dưới nước và được kéo nâng lên khỏi mặt nước để bắt những loài cá đang kết tập ở trên lưới. Lưới nâng thường kết hợp với nguồn sáng để tạo sự tập trung đàn cá. Lưới nâng có thể phân loại như: lưới vó cất tay (H 1.8a), lưới vó khung, lưới vó mạn tàu (H 1.8b).

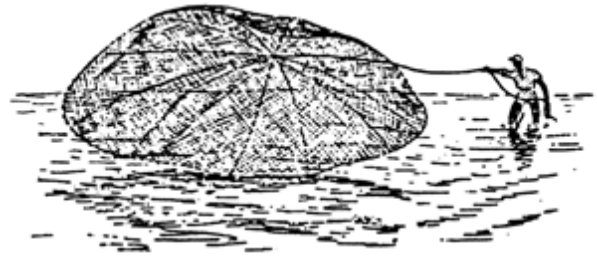


H 1.8a - Lưới vó cát



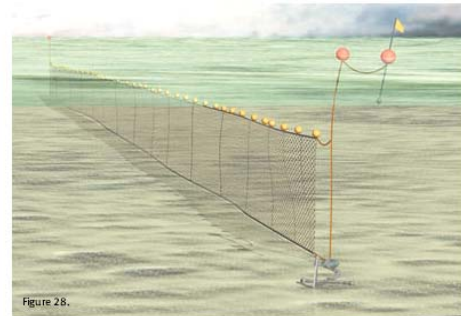
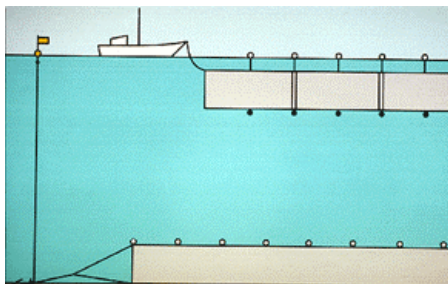
H 1.8b - Lưới Vó mạn tàu.

Lưới Chụp cũng là ngư cụ lọc nước bắt cá, lưới được thả chụp từ trên xuống, cá bị giữ lại trong lưới bởi sự gom tụ lại của giềng chì, rồi được kéo lên khỏi mặt nước. Lưới chụp có thể kết hợp với ánh sáng điện để tăng hiệu quả đánh bắt. Biểu hình cho loại lưới này là chài quăng (H 1.9), chài rà, chụp mực,...

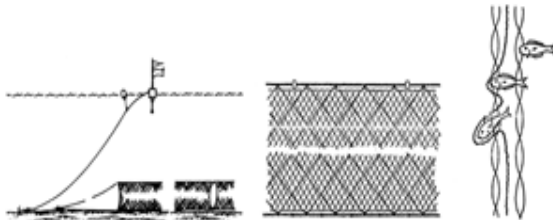


H 1.9 - Chài quăng. Ảnh của FAO (1985)

Lưới Rê và lưới đóng đánh bắt theo nguyên lý lưới được thả chặn ngang đường di chuyển của cá, cá sẽ bị vướng vào mang hoặc bị giữ lại bởi tấm lưới (rê 3 lớp) khi tìm cách vượt qua lưới. Lưới có thể được thả cố định hoặc được thả trôi. Biểu hình cho lưới này là: lưới rê cố định; rê trôi ở cả tầng mặt hoặc tầng đáy (H 1.10).

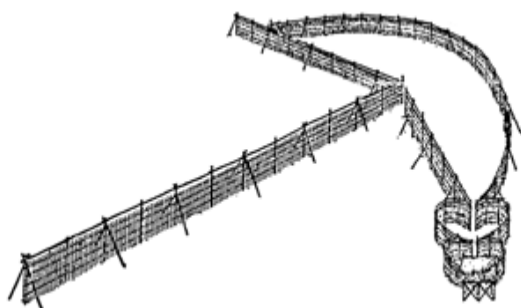


Rê tầng đáy



Lưới Rê 3 lớp

Ngư cụ bẫy, là loại ngư cụ đánh bắt thụ động. Cá bị dẫn dụ vào nơi đã bố trí ngư cụ, từ đây cá có thể được dẫn đi tiếp dọc theo tường lưới để đến cửa cánh gà hoặc miệng hom và không thể thoát trở lại được. Biểu hình cho lớp này là đăng, lợp, lú, và đáy (H 1.11).



lưới đăng (Nò)

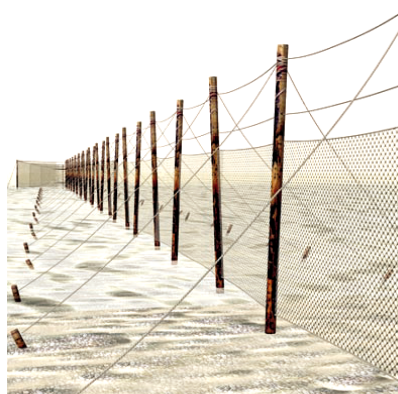
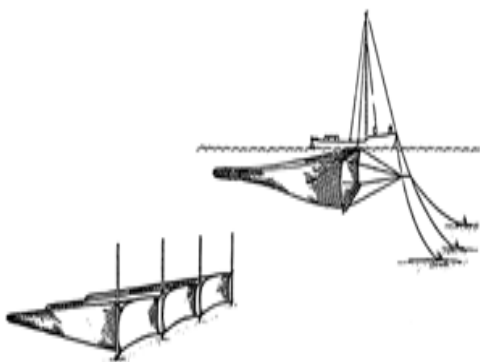
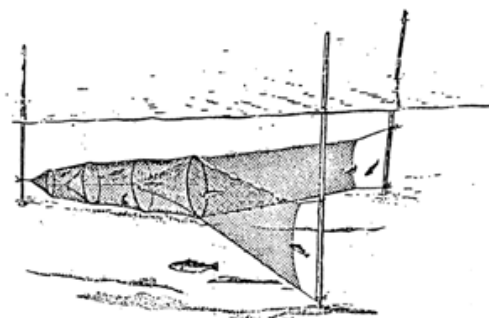


Figure 32.

Tâm đăng



Đáy



Lú

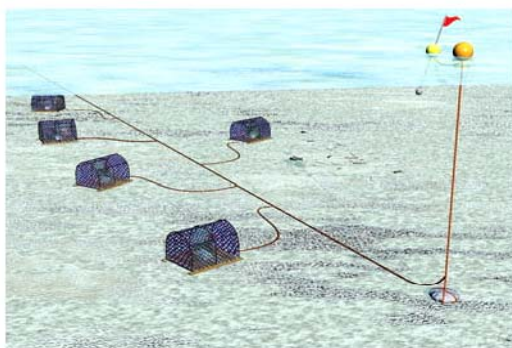


Figure 22.

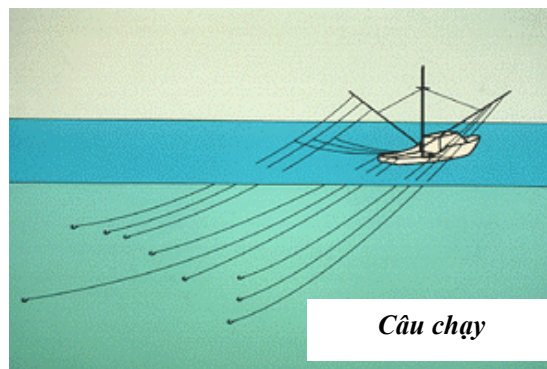
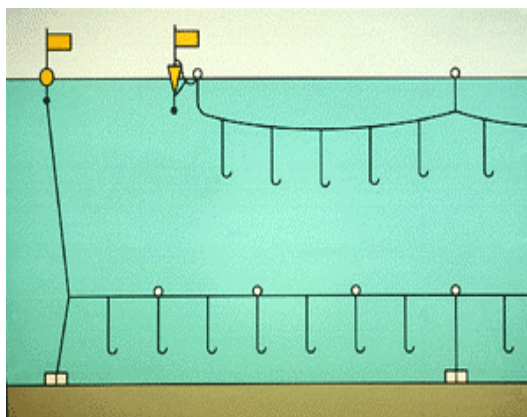


Figure 21.

Lộp

H 1.11 – Các ngư cụ dạng bẫy . Ảnh FAO (1985)

Ngư cụ câu, là ngư cụ mà ở đó cá bị dụ, lôi cuốn, nhử bởi mồi tự nhiên hoặc nhân tạo và bị bắt khi gắng ăn mồi có mắc lưới câu (câu có mồi). Tuy vậy, cá cũng có thể bị ngạnh câu móc vướng vào thân khi đi lại gần lưới câu (câu không mồi). Điển hình cho lớp ngư cụ câu này là câu cần, câu tay, câu giàn, câu chạy và câu kiều (H 1.12).



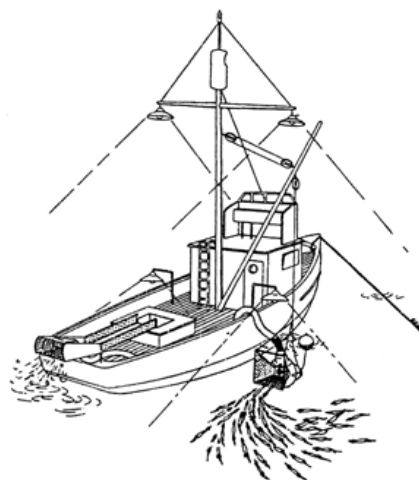
H 1.12 – Các loại Câu. Ảnh của FAO (1985)



Ngư cụ tóm, bắt, đâm, chĩa. Các ngư cụ này được dùng để làm bắt động hoặc bắt giữ cá bằng cách làm bị thương, giết hoặc tóm bắt. Điển hình cho lớp này là lao, chia, cào, móc và bất cứ ngư cụ nào gây sát thương cá.

Máy bơm lọc nước bắt cá, là thiết bị bơm hút cả cá lẫn nước rồi tách nước để bắt cá. Điển hình cho lớp này là bơm hút cá bởi tạo một dòng hút mạnh và nước được lọc ra bởi thiết bị đặc biệt, cá sẽ bị giữ lại (*H 1.13*).

Các ngư cụ đánh bắt khác, bao gồm: lưới kéo tay, lưới bao chà, bắt cá bằng tay (nôm, móc hang,...), các chất gây ngộ độc, gây nổ, sốc xung điện làm chết cá,...



H 1.13 - Bơm hút cá. Ảnh của FAO (1985)

Ngoài ra, ngư cụ còn được phân loại theo phương thức gây ảnh hưởng đến tập tính cá. Việc tác động đến tập tính cá nhằm làm cho cá bơi theo hướng mà người đánh bắt mong muốn bởi gây tác động lên các giác quan của cá như: thị giác, khứu giác, vị giác, xúc giác và thính giác. Từ đó gây cho cá bị hấp dẫn; hoặc xua đuổi; hoặc đánh lừa để mà cá không thể tránh né khỏi ngư cụ đánh bắt chúng.

1.3 Hiệu suất và tính chọn lọc ngư cụ

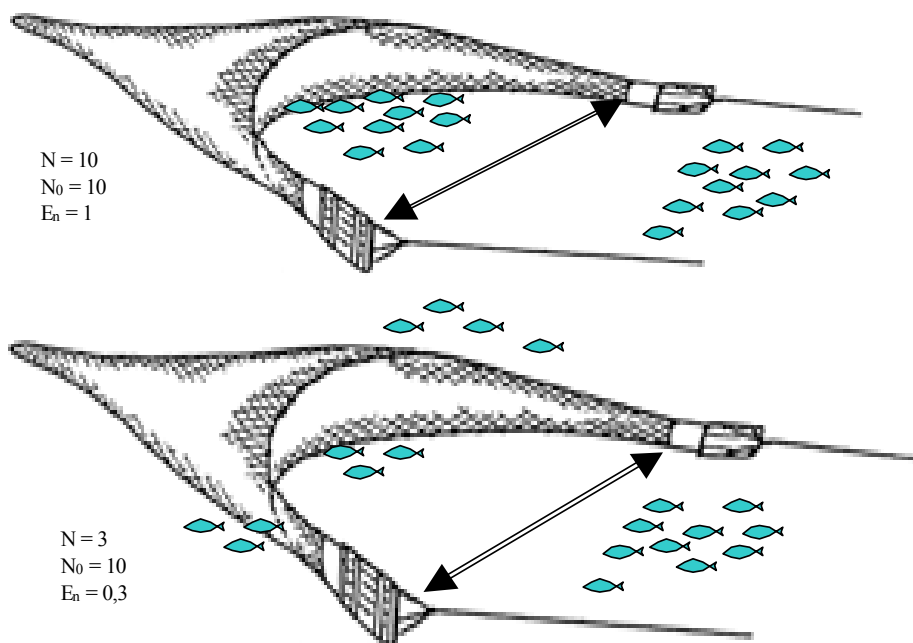
1.3.1 Hiệu suất ngư cụ

Một khi cá và ngư cụ tiếp cận nhau, ngư cụ sẽ tác động lên cá, kích thích sự phản ứng của cá. Phản ứng đó có thể là bị hấp dẫn, hoặc bị xua đuổi, hoặc bị đánh lừa. Từ đây cho phép người ta áp dụng các hoạt động tiếp theo để đánh bắt chúng.

Nhìn chung, trong tổng số cá thể của một quần thể ban đầu được cho (N_0) sẽ có một lượng cá nhất định nào đó có thể bơi ra khỏi đường quét của lưới, một lượng cá khác có thể chui thoát khỏi mắt lưới, bởi ngư cụ không thể giữ được hết một loài nào đó với các kích cỡ khác nhau. Do vậy, không phải tất cả cá thể ban đầu N_0 bị bắt mà chỉ có N cá thể trong tổng số đó bị bắt.

Người ta gọi *hiệu suất khai thác tuyệt đối* (E_n) là tỉ số của số cá N thật sự bị bắt trên tổng số cá N_0 có trong vùng hoạt động của ngư cụ, có giá trị từ 0-1.

$$E_n = \frac{N}{N_0} \quad (1.1)$$



H 1.14 - Hiệu suất khai thác tuyệt đối

Thí dụ, như trong Hình 1.14 có $N = 10$ cá thể xuất hiện trong vùng ngư cụ hoạt động vào lúc bắt đầu khai thác. Nếu chỉ có 3 cá thể bị bắt (7 chạy thoát), khi đó hiệu suất khai thác tuyệt đối (E_n) sẽ là:

$$E_n = \frac{N}{N_0} = \frac{3}{10} = 0,3$$

nhưng nếu tất cả 10 cá thể đều bị bắt, khi đó:

$$E_n = \frac{N}{N_0} = \frac{10}{10} = 1$$

Sản lượng khai thác trên đơn vị thời gian hoạt động (C_t) sẽ là: $C_t = \frac{N}{T}$

trong đó: N - là lượng cá đánh bắt (theo số con hoặc theo trọng lượng); T - là thời gian khai thác.

Ngoài ra, C_t còn có thể được tính dựa trên 3 tham số ảnh hưởng hiệu suất khai thác là: C_E , W , và E_t :

$$C_t = C_E * W * E_t = \frac{N}{V} * \frac{V}{T_f} * \frac{T_f}{T} \quad (1.2)$$

ở đây:

$C_E = N/V$ - là tỉ số giữa sản lượng (N) trên lượng nước đã lọc (V).

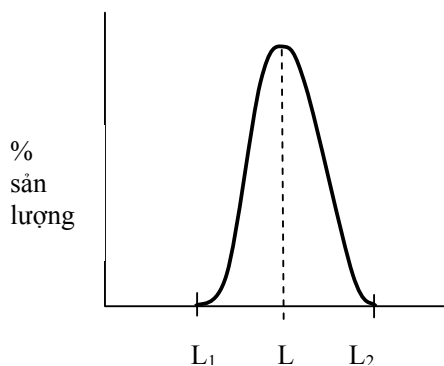
$W = V/T_f$ - là tỉ số giữa lượng nước đã lọc (V) trên thời gian trực tiếp làm ra sản phẩm (T_f) trong một chu kỳ khai thác.

$E_t = T_f/T$ - là tỉ số giữa thời gian trực tiếp làm ra sản phẩm (T_f) với tổng thời gian hoạt động khai thác (T).

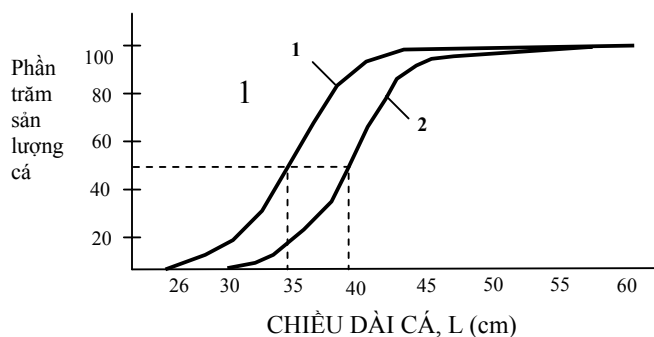
1.3.2 Tính chọn lọc của ngư cụ

Trong một quần thể cá nhiều kích cỡ, tính chất mà ngư cụ chỉ đánh được một cỡ nào đó được gọi là *tính chọn lọc*. Tính chọn lọc thì phụ thuộc vào nguyên lý đánh bắt được áp dụng và các tham số của ngư cụ, như: kích thước mắt lưới, nguyên liệu, độ thô của chỉ, hệ số rút gọn và tốc độ dặt lưới. Trong đó, kích thước mắt lưới có ảnh hưởng lớn nhất đến tính chọn lọc (Treschev, 1974).

Chẳng hạn như trong Hình 1.15, lưới rê chỉ bắt được cá trong một khoảng cỡ cá xác định nào đó từ L_1 đến L_2 , trong đó cá có chiều dài L là bị đánh bắt nhiều nhất, còn cá có chiều dài nhỏ hơn L_1 và lớn hơn L_2 sẽ không bị đánh bắt.



H 1.15 - Phân bố cỡ cá bắt được bằng lưới rê



H 1.16 - Tính chọn lọc của đọt lưới kéo khi độ mở mắt lưới là 11,4 cm

Còn trong Hình 1.16 cho ta đường cong chọn lọc của lưới kéo. Ở đây đường cong 1 có mắt lưới đọt là m_1 chỉ ra nếu chiều dài cá < 25 cm thì cá không bị giữ lại; cá dài từ 25-47 cm thì bị giữ lại ít hoặc nhiều tùy theo cỡ (cá dài khoảng 36 cm thì bị giữ lại khoảng 50%), còn cá dài hơn 47 cm thì đều bị giữ lại trong đọt lưới kéo.

Đường cong 2 là dự đoán tính chọn lọc của cùng lưới kéo đó sau khi kích thước lưới được tăng lên từ m_1 đến m_2 . Trong trường hợp 2 này không có con cá nào dưới 30 cm bị đánh bắt; một số cá có chiều dài từ 30 đến 50 cm thì bị giữ lại; tất cả cá dài hơn 50 cm đều bị giữ lại, khi này cỡ cá có 50% bị giữ lại đã tăng lên là 40 cm.

Nhìn chung ta thấy rằng cá lớn hơn sẽ bị đánh bắt bởi mắt lưới kéo căng m_0 lớn hơn. Tuy nhiên, đối với bất cứ ngư cụ nào chỉ có một cỡ cá ở đó có 50% bị đánh bắt, còn 50% thoát ra được. Chiều dài mà ở đó có 50% cá bị bắt gọi là $L_{50\%}$. Vì thế, ta có *tham số chọn lọc (S.F)* là:

$$S.F = \frac{L_{50\%}}{m_0} \quad (1.4)$$

$S.F$ được xem là chỉ số chọn lọc của một ngư cụ, có liên quan mật thiết mắt lưới kéo căng m_0 khi thi công ngư cụ. Một sự hiểu biết rõ về tính chọn lọc sẽ giúp cho quá trình thiết kế, thi công và hoạt động ngư cụ được đúng đắn. Một sự thay đổi cỡ mắt lưới sẽ ảnh hưởng đến số lượng và cỡ cá đánh bắt.

1.4 Các đặc điểm kỹ thuật của ngư cụ và hệ thống đánh bắt

Ngư cụ có những tham số thiết kế và kỹ thuật rất đặc biệt làm cho ngư cụ thành một thiết bị độc đáo nếu xét trên quan điểm công nghệ (Fridman, 1973).

Sự khác biệt đáng kể giữa ngư cụ và các cấu trúc công nghệ khác là do ngư cụ có kết cấu linh hoạt, "mềm dẻo" dễ thay đổi hình dáng. Chịu lực căng là cơ bản, các phương chịu lực thường xuyên thay đổi. Vì vậy, việc xem xét hình dáng và vị trí không gian của ngư cụ qua kiểm soát cân bằng các ngoại lực (động và tĩnh) tác dụng lên ngư cụ trong quá trình đánh bắt thì khá phức tạp.

Sự vận động của ngư cụ trong quá trình hoạt động có khi ổn định và cũng có khi không ổn định.

Trong vận động ổn định, nhờ lưu tốc, hướng dòng chảy là không đổi và các lực (trong và ngoài) cũng không đổi. Khi đó, vấn đề cơ bản cho tính toán ngư cụ là xem nó trong điều kiện dòng chảy ổn định, hoặc vận động với tốc độ không đổi.

Trong vận động không ổn định, tốc độ, hướng và lực tác dụng lên ngư cụ thì thay đổi theo thời gian. Vì vậy, các tính toán bao gồm các công việc chẳng hạn như: tính toán tốc độ kéo lưới qua đàn cá tập trung; tính toán tốc độ cuộn rút của lưới vây rút chì; tính toán hình dạng và lực kéo cho lưới rùng; tính toán tốc độ thả xuống của lưới chụp và kéo lên của lưới nâng,... trong điều kiện thời tiết khác nhau. Tóm lại, các tính toán và thử nghiệm để đánh giá hình dạng của ngư cụ di chuyển không ổn định thì phức tạp hơn so với ngư cụ di chuyển ổn định.

Mục đích cơ bản của lý thuyết tính toán ngư cụ và các hệ thống đánh bắt là:

1. Chọn kiểu, vật liệu và các phụ trợ ngư cụ cho một đối tượng đánh bắt nhất định.
2. Đánh giá các ngoại lực, đặc biệt là lực thủy động, tác động lên ngư cụ.
3. Đánh giá hình dáng của ngư cụ dưới tác động của các ngoại lực này.
4. Đánh giá các lực nội tại, các sức căng lên ngư cụ và phụ tùng của nó.
5. Phân tích tối ưu mối quan hệ giữa ngư cụ và các thành tố trong hệ thống khai thác.

Ta có thể đạt được các mục đích trên qua phân tích các dấu hiệu hiện hữu trong cấu trúc và công nghệ của ngư cụ, hoặc qua phương pháp tính toán chuyên biệt dựa trên lý thuyết thiết kế ngư cụ. Đồng thời các kỹ thuật thí nghiệm cũng cần được áp dụng, như: kiểm định đồng dạng cơ học, kiểm định mô hình, xây dựng và thí nghiệm kỹ thuật ở qui mô thực tế và đánh bắt thực tế nhằm đánh giá các hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của ngư cụ mới.

1.5 Đánh giá khía cạnh kinh tế, kỹ thuật của các cải tiến qua việc đánh bắt so sánh

Có hai xu hướng đối nghịch nhau trong sự phát triển nghề khai thác cá. Đó là, các ngư cụ và hệ thống đánh bắt luôn được cải tiến nên đã làm tăng sản lượng đánh bắt và ngược lại trữ lượng cá ngày càng giảm sút nghiêm trọng. Do đó, đánh giá khía cạnh kinh tế, kỹ thuật trong cải tiến ngư cụ là so sánh hiệu quả giữa cái mới so với các cái đã được chuẩn hoá trong điều kiện khai thác hiện tại (Crewe, 1964).

Nếu gọi T là tuổi thọ của một hệ thống đánh bắt mới, ứng với các chi phí về thiết kế, xây dựng và hoạt động cho hệ thống mới là b . Giả sử, hệ thống đánh bắt mới tạo ra được một tổng sinh khối là C , ứng với một tổng giá trị là A .

Khi đó, tỉ lệ giữa phần thu được A ứng với tổng chi phí b sẽ là thước đo mức *hiệu quả* hoạt động của hệ thống đánh bắt mới (E_c), nghĩa là:

$$E_c = \frac{A}{b} \quad (1.5)$$

Mặt khác, giá trị A của tổng lượng đánh bắt còn được diễn tả như sau:

$$A = a * C_t * T \quad (1.6)$$

ở đây: a - là đơn giá trên một đơn vị sản lượng; C_t - là sản lượng đạt được trên đơn vị thời gian. Khi đó,

$$E_c = a * C_t * \frac{T}{b} \quad (1.7)$$

Người ta gọi E_c là *chỉ số hiệu suất kinh tế* của hệ thống đánh bắt mới, là tỉ lệ so sánh hiệu quả giữa hệ thống mới với một hệ thống được chuẩn hoá, hoặc một hệ thống nào đó được lập ra dùng để so sánh. Nếu ký hiệu 'n' là chỉ định cho hệ thống mới và 's' hệ thống chuẩn hoá, khi đó:

$$E_c = \frac{E_{cn}}{E_{cs}} = \frac{a_n}{a_s} \cdot \frac{C_{tn}}{C_{ts}} \cdot \frac{T_n}{T_s} \cdot \frac{b_s}{b_n} \quad (1.8)$$

ở đây: a_n/a_s - là đặc trưng cho giá trị của sản lượng đánh bắt;

C_{tn}/C_{ts} - là đặc trưng cho khả năng đánh bắt tương đối của hệ thống;

T_n/T_s - là đặc trưng cho độ dài thời gian hoạt động;

b_s/b_n - là đặc trưng cho chi phí hoạt động.

Nếu hiệu suất kinh tế $E_c > 1$, thì hệ thống mới là có hiệu quả hơn hệ thống chuẩn hoá. Cũng cần lưu ý, E_c chỉ là hiệu quả kinh tế tương đối dưới điều kiện khai thác nhất định nào đó.

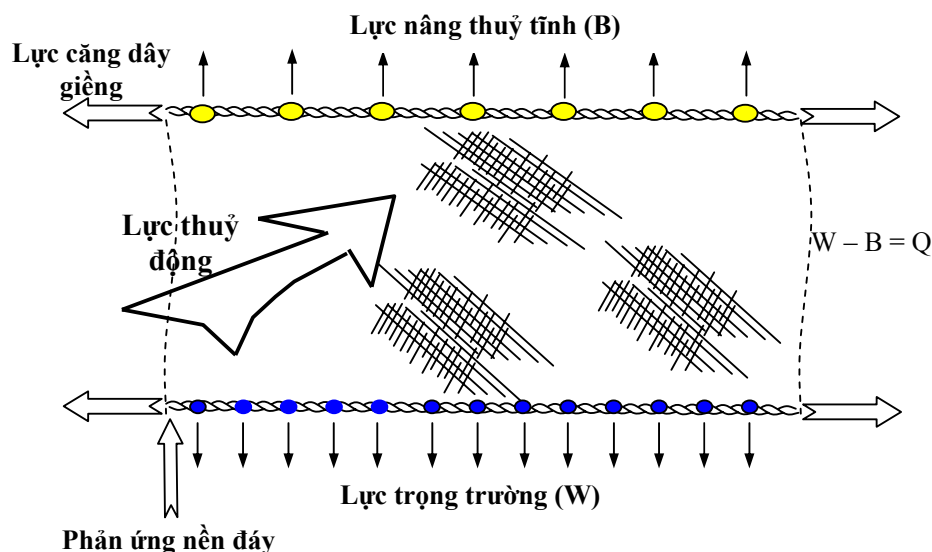
CHƯƠNG 2.

CÁC NGOẠI LỰC TÁC ĐỘNG LÊN NGƯ CỤ

2.1 Các ngoại lực tác dụng lên ngư cụ

Hình dáng và kích thước ngư cụ đang hoạt động thì phụ thuộc vào độ lớn và hướng của ngoại lực tác động lên nó. Các ngoại lực này (Hình 2.1) gồm: *lực trọng trường*; *lực thủy tĩnh*; *lực thủy động*; *lực phản ứng nền đáy*; *lực ma sát nền đáy*; *lực tạo ra bởi cá*; các *lực tải do thiết bị*; và các lực khác do bởi hoạt động của máy móc khai thác.

Khi ngư cụ vận động không ổn định, như bị chòng chành, lắc lư và tốc độ thay đổi, thì các *lực quán tính* và *xung lực* cũng là ngoại lực tác động lên ngư cụ.



H 2.1 - Các ngoại lực tác dụng lên ngư cụ

Tùy ngư cụ và phương thức hoạt động mà có các kiểu ngoại lực khác nhau tác dụng lên nó. Để đơn giản cho tính toán, ta chỉ nên xét là có các lực nào là chủ yếu, chi phối đến ngư cụ, còn các lực không ảnh hưởng lớn đến ngư cụ thì có thể bỏ qua.

2.1.1 Lực trọng trường và lực thủy tĩnh

Lực trọng trường và lực thủy tĩnh có thể được phân bố dọc theo bề mặt của lưới và dọc theo chiều dài dây giềng, hoặc tập trung tại các phao, chì, con lặn,... Lực trọng trường (W) thì hướng xuống, lực nổi hay lực nâng thủy tĩnh (B) lại hướng lên (H 2.1). Thông thường W và B thì không bằng nhau và sự khác biệt của chúng là:

$$Q = W - B \quad (2.1)$$

Q là trọng lượng nổi hay trọng lượng trong nước của vật thể sẽ chìm. Nếu Q là dương thì vật thể chìm, Q là âm thì vật thể sẽ nổi. Lực trọng trường (W) và lực thủy tĩnh (B) đối với vật thể đồng nhất có thể được diễn tả như

$$W = \gamma \cdot V \quad (2.2)$$

$$B = \gamma_w \cdot V \quad (2.3)$$

ở đây: V - là khối lượng của vật thể (m^3);

γ - là trọng lượng riêng của vật thể (kg/m^3);

γ_w - là trọng lượng riêng của nước. Đối với nước ngọt $\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ và đối với nước biển $\gamma_w = 1025 \text{ kg/m}^3$.

Công thức (2.1) cũng đúng đối với các vật thể không đồng nhất (rỗng bên trong), chẳng hạn như phao và các vật nổi khác.

Nếu chỉ cần tính lực trọng trường W , theo công thức (2.2) ta chỉ cần lấy thể tích ngoài, nhưng nếu cần tính lực nâng thủy tĩnh theo công thức (2.3) thì tổng khối lượng vật thể phải được tính. Không nên dùng (2.2) để tính trọng lượng lưới, bởi khó có thể có được thể tích lưới thật sự.

Nếu biết trọng lượng của vật thể trong không khí, ta có thể tính trọng lượng nổi của nó trong nước theo công thức sau:

$$Q = E_\gamma \cdot W \quad (2.4)$$

ở đây: W - là trọng lượng của vật thể đồng nhất trong không khí (kg),

E_γ - là hệ số lực nổi (hoặc sức chìm), nghĩa là lực làm nâng lên hoặc làm chìm xuống trong nước trên 1 kg khối vật chất được cho, được tính như sau:

$$E_\gamma = \frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma} = 1 - \frac{\gamma_w}{\gamma} \quad (2.5)$$

Đối với vật liệu nổi thì $\gamma < \gamma_w$; và đối với vật liệu chìm thì $\gamma > \gamma_w$. Do vậy, E_γ thì âm đối với phao, nhưng dương đối với chì (xem Bảng 2.1).

BẢNG 2.1 – Trọng lượng riêng và hệ số lực nổi hoặc sức chìm của một vài vật liệu ngư cụ

Vật liệu	Trọng lượng riêng (kgs/m)	Hệ số sức nổi (-) hoặc hệ số sức chìm (+) (E_γ)		Trọng lượng nổi trong nước ngọt như là % của trọng lượng trong không khí	Sức nổi trong nước ngọt như là % của trọng lượng trong không khí
		trong nước ngọt	trong nước biển		
Polyamide	1140	+0,12	+0,10	12	-
Polyvinyl alcohol	1280	+0,22	+0,20	22	-
Polyester	1380	+0,28	+0,26	28	-
Polyethylene	950	+0,05	+0,08	-	5
Polypropylene	920	-0,09	-0,11	-	9
Cotton, Gai	1500	+0,33	+0,32	33	-
Plastic bọt	120-180	-7,3 đến -4,5		-	450-730
Bần	250	-3,00	-3,10	-	300
Gỗ Dương (vỏ)	330	-2,03	-2,11	-	200
Sậy (rỗng)	100	-9,00	-9,25	-	900
Gỗ cây vân sam	550	-0,82	-0,86	-	82
Gỗ cây bulô	710	-0,41	-0,44	-	41
Gỗ sồi	850	-0,18	-0,21	-	18
Chì	11300	+0,91	+0,91	91	-
Hợp kim đồng	8500	+0,88	+0,88	88	-
Gang, thép	7400	+0,86	+0,86	86	-
Đá	2700	+0,63	+0,62	63	-

Đất sét nung	2200	+0,55	+0,53	55	-
Nước ngọt	1000	-	-	-	-
Nước biển	1025	-	-	-	-

Thí dụ 2.1

Tính tổng lực nổi của giềng phao lưới vây rút chì có trang bị 1500 phao xốp. Biết rằng trọng lượng trong không khí của mỗi phao xốp là 0,2 kg.

Giải:

Tổng trọng lượng của các phao trong không khí là:

$$W = 0,2 \times 1500 = 300 \text{ kg}$$

Sức nổi riêng E_γ của phao xốp có thể được tính theo công thức (2.5) hoặc được tra từ *Bảng 2.1* suy luận từ phao plastic bọt. Ở thí dụ này ta lấy: $E_\gamma = -6$.

Theo công thức (2.4), tổng lực nổi Q của phao trên viên phao là:

$$Q = -6 \times 300 = -1800 \text{ kg, âm hay nổi}$$

Thí dụ 2.2

Cần bao nhiêu viên chì bằng sét nung để lắp vào giềng chì của một ván lưới để tạo ra được lực chìm là 10 kg, nếu trọng lượng của 1 viên chì trong không khí là 0,5 kg.

Giải:

Trọng lượng của 1 viên chì bằng sét nung trong nước có thể được tính dựa theo hệ số chìm E_γ . Từ *Bảng 2.1*, ta có: $E_\gamma = +0,55$

Theo công thức (2.4), trọng lượng nổi của 1 viên chì trong nước là:

$$0,55 \times 0,5 = 0,28 \text{ kgs, dương hay hướng xuống}$$

Vậy, số chì cần thiết là: $10/0,28 = 36$ viên chì

Thí dụ 2.3

Tính trọng lượng nổi của 1 ván lưới kéo hình chữ nhật (3,0 x 1,5 x 0,08) m, ván nặng 1100 kg trong không khí.

Giải:

Để tính trọng lượng Q của ván trong nước ta có thể áp dụng công thức (2.1), nhưng trước hết ta cần tính lực nâng thủy tĩnh B . Thể tích V của ván là:

$$V = 3 \times 1,5 \times 0,08 = 0,36 \text{ m}^3$$

và chọn trọng lượng riêng của nước là 1000 kg/m^3 , do đó:

$$B = 1000 \times 0,36 = 360 \text{ kg}$$

Vậy trọng lượng nổi của ván trong nước tính theo (2.1) là:

$$Q = W - B = 1100 - 360 = 740 \text{ kg}$$

2.1.2 Các lực thủy động tác dụng lên lưới

2.1.2.1 Áp lực thủy động do dòng chảy

Lực thủy động sẽ tự sinh ra một khi ngư cụ vận động trong nước hoặc do dòng nước di chuyển gặp phản ứng của ngư cụ. Độ lớn và hướng của dòng chảy quyết định khả năng chịu tải của ngư cụ, làm ảnh hưởng đến hình dáng và hiệu suất đánh bắt của

ngư cụ. Ta cần nắm rõ các lực thủy động này cả về số lượng và chất lượng để phục vụ cho thiết kế lưới mới hoặc cải tiến ngư cụ hiện có.

Để có được các giá trị về mặt số học của các lực cản, lực thủy động, lực tổng quát tác động lên ngư cụ và để phân các lực này theo các thành phần vectơ của nó, thì các nhóm bộ phận ngư cụ cần được đặt trong dòng chảy có tốc độ biết trước trong các bể thí nghiệm. Trong mỗi trường hợp, một khi biết được lực cản của từng nhóm bộ phận ngư cụ thì các hệ số lực thủy động mới có thể được tính toán.

2.1.2.2 Hệ số thủy động (C)

Hệ số thủy động (C) là một hệ số không thứ nguyên, cung cấp những thông tin cần thiết trên cơ sở ảnh hưởng các tính chất vật lý của lưới (độ thô, kích thước mắt lưới, vật liệu, hệ số rút gọn,...) về phương diện lực thủy động tác dụng lên nó. Lưu ý là hệ số thủy động C chỉ có giá trị áp dụng khi ngư cụ ta muốn thiết kế nhất thiết phải đồng dạng với ngư cụ thí nghiệm.

$$\text{Hệ số thủy động (C) được định nghĩa bởi công thức: } C = \frac{R}{q \cdot S_t} \quad (2.6)$$

ở đây: R - là lực cản thủy động (kg)

$$q = \frac{\rho \cdot V^2}{2} - \text{là áp lực hãm thủy động (kg/m}^2\text{)}$$

ρ - là mật độ của nước $\approx 100 \text{ kg-s}^2/\text{m}^4$ (105 đối với nước biển)

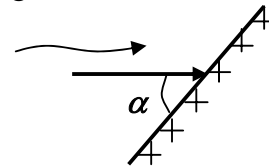
V - là vận tốc chuyển động của ngư cụ trong nước, hoặc lưu tốc nước so với ngư cụ đứng yên (m/s)

S_t - là tiết diện của ngư cụ so với phương dòng chảy (m^2).

Nếu hệ số thủy động C được biết trước (từ thí nghiệm mô hình), ta có thể dùng nó để tính lực cản thủy động lên từng bộ phận lưới theo công thức:

$$R = C \cdot q \cdot S_t \quad (2.7)$$

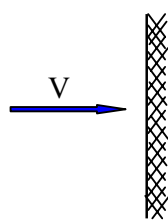
Lưu ý là kết quả về lực cản thủy động chỉ đúng khi mà góc tổng α (là góc hợp bởi phương dòng chảy và mặt phẳng chịu lực của ngư cụ) thì tương tự góc tổng có được từ thí nghiệm mô hình.



H 2.4 – Góc tổng α

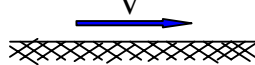
Trong thực tế, các hệ số thủy động C đều được đo ứng với một góc tổng nhất định (H 2.4). Ta một biểu đồ hệ số thủy động C theo các góc tổng α khác nhau (H 2.6).

2.1.2.3 Hệ số lực bồng (R_y) và hệ số lực cản ma sát (R_x)



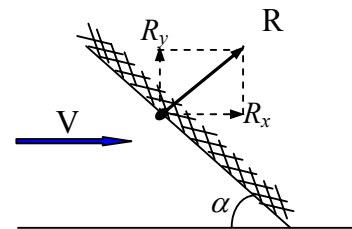
(a)

Lực cản thủy động



(b)

Lực ma sát bề mặt



(c)

Gồm cả hai loại lực

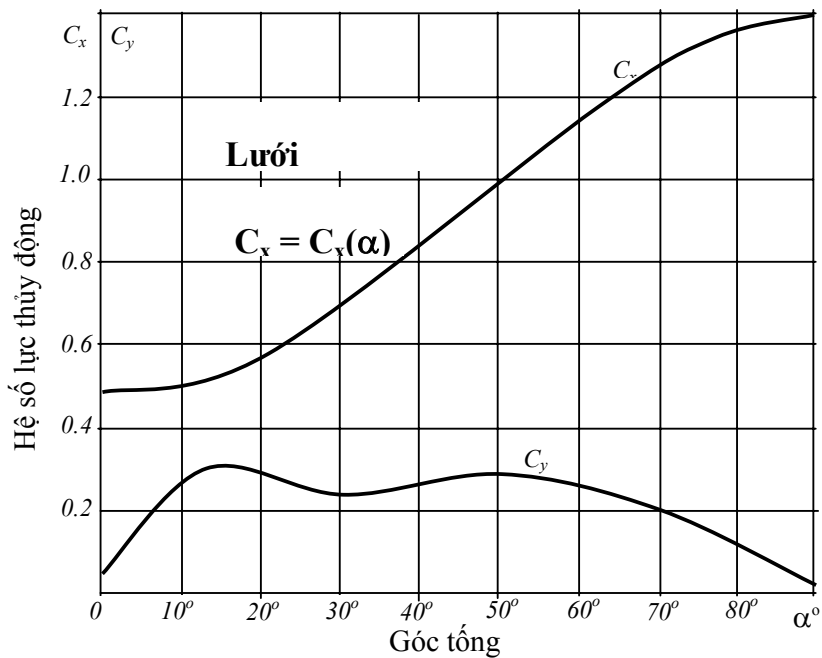
H 2.5 - Các loại lực thủy động phụ thuộc vào phương của lưới

Khi mặt tấm lưới trực giao đối với phương dòng chảy (H 2.5a), thì lưới chỉ phụ thuộc chủ yếu vào lực cản thủy động. Nếu mặt lưới song song với phương dòng chảy (H 2.5b) thì dọc theo bề mặt của nó sẽ phụ thuộc vào lực cản ma sát thủy động. Nếu lưới hợp với phương dòng chảy một góc tổng α thì nó phụ thuộc cả hai vào lực cản thủy động và lực cản ma sát. Khi đó, *tổng lực cản thủy động* R có thể được diễn tả theo 2 thành phần là: *lực cản ma sát* (R_x) song song với phương dòng chảy; và *lực bồng thủy động* (R_y) trực giao với phương dòng chảy. Chính lực bồng R_y sẽ làm ảnh hưởng đến hình dáng của ngư cụ. Chẳng hạn, độ mở cao của túi lưới rùng hoặc của miệng lưới kéo sẽ tăng lên hay giảm xuống tùy thuộc vào sự thay đổi của lực bồng R_y . Lực bồng R_y thì phụ thuộc vào lưu tốc dòng chảy và góc tổng α .

C_x và C_y tương ứng là *hệ số lực cản ma sát* và *hệ số lực bồng thủy động*. Các hệ số này có được nhờ qua thí nghiệm mô phỏng, trong đó:

$$C_x = \frac{R_x}{q} \quad \text{và} \quad C_y = \frac{R_y}{q} \quad (2.8)$$

Các hệ số C_x và C_y thì phụ thuộc vào góc tổng α của tấm lưới. Tuy nhiên, nó cũng phụ thuộc vào tỷ số diện tích chỉ lưới chiếm chỗ (E_s) và các tính chất vật lý của dòng chảy biểu thị qua hệ số nhớt động học Reynolds (Re).



H 2.6 Hệ số lực cản ma sát (C_x) và hệ số lực bồng (C_y) phụ thuộc vào α

2.1.2.4 Tỷ số diện tích chỉ lưới (E_s) và hệ số lọc nước (E_f) của tấm lưới

Tỷ số diện tích chỉ lưới (E_s) là tỉ số giữa diện tích do chỉ lưới chiếm chỗ trong tấm lưới trên diện tích mở thật sự của tấm lưới. Được tính như sau:

$$E_s = \frac{S_t}{S} = \frac{S_t}{U_1 \cdot U_2 \cdot S_0} = \frac{S_t}{E_u \cdot S_0} = \frac{E_k \cdot D_t}{E_u \cdot a} = \frac{D_t}{E_u \cdot a} \left(1 + K_k \cdot \frac{D_t}{2a} \right) = \frac{K_n}{E_u} \quad (2.9)$$

ở đây:

S - là diện tích thật sự của lưới, $S = (U_1.L) \cdot (U_2.H) = U_1.U_2.S_0 = E_u.S_0$
 ($E_u = U_1.U_2$ là hệ số sử dụng lưới; và S_0 là diện tích giả của tấm lưới)

S_t - là diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ, $S_t = S_0 \frac{D_t}{a} \left(1 + K_k \frac{D_t}{2a} \right) = K_n S_0$

K_n được gọi là tham số của diện tích chỉ lưới, được tính theo biểu thức sau:

$$K_n = \frac{D_t}{a} \left(1 + K_k \cdot \frac{D_t}{2a} \right)$$

ở đây: $E_k = \frac{\text{Diện tích chỉ lưới bao gồm cả gút}}{\text{Diện tích lưới không kể gút}}$ là tham số hiệu chỉnh diện tích.

Nếu độ thô của chỉ và kích thước mắt lưới là cùng đơn vị (theo mm) và diện tích S_t của tấm lưới cũng cùng đơn vị với diện tích giả S_0 (theo m^2). Khi đó thường người ta chọn: $E_k \approx 1,10$ cho gút lưới dệt đơn và gút vuông; $E_k \approx 1,15$ cho lưới gút đôi; và $E_k \approx 1,60$ được áp dụng cho $D_t/2a$ lớn ($= 0,06$).

$$K_k = \frac{\text{Diện tích mở rộng thêm trên gút}}{(\text{Độ thô của sợi})^2} = \frac{\text{Diện tích gút} - (2 \cdot \text{độ rộng sợi} \cdot \text{chiều dài gút})}{(\text{Độ thô của sợi})^2}$$

Cụ thể: $K_k = 10,1$ cho lưới gút vuông; $K_k = 9,7$ gút đơn; và $K_k = 14,8$ gút dệt đôi.

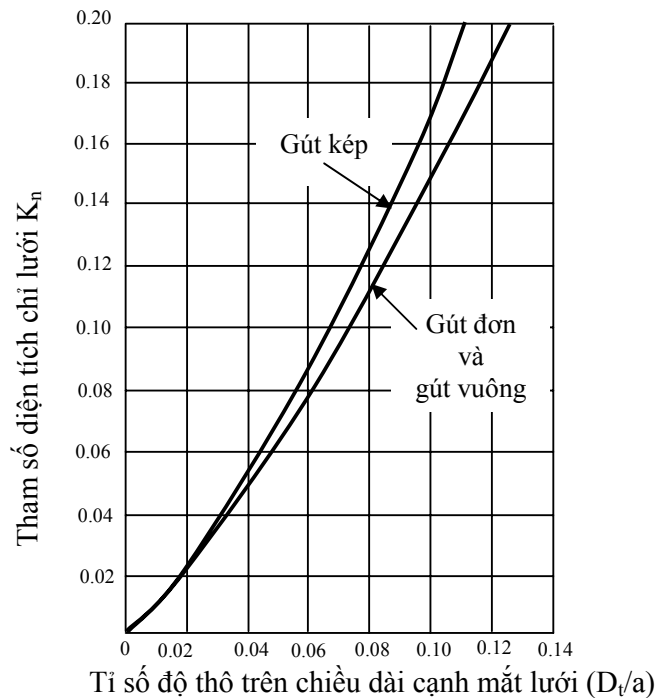
Từ công thức (2.9) ta thấy, nếu lưới có hệ số rút gọn hoặc kích thước cạnh mắt lưới càng nhỏ hoặc độ thô chỉ lưới càng lớn thì tỉ số diện tích chỉ lưới E_s càng lớn, sẽ làm cho lưới càng nặng và lực ma sát thủy động sẽ càng lớn.

Để thuận tiện cho tính toán tỉ số diện tích chỉ lưới (E_s), người ta lập sẵn bảng tra tham số diện tích chỉ lưới K_n (Bảng 2.2) trên cơ sở độ thô và cỡ mắt lưới (D_t/a), được áp dụng với $K_k = 9,7$ là điển hình cho lưới gút đơn.

BẢNG 2.2 – Bảng tra K_n theo độ thô và cỡ mắt lưới cho lưới gút đơn ($K_k = 9,7$).

Kích thước cạnh mắt lưới (a)	Độ thô chỉ se xoắn, D_t (mm)						
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	3,00
10	0,028	0,062	0,102	0,149	-	-	-
15	0,018	0,039	0,062	0,088	0,149	-	-
20	0,013	0,028	0,044	0,062	0,102	0,149	-
25	0,010	0,022	0,034	0,048	0,077	0,111	0,190
30	0,009	0,018	0,028	0,039	0,062	0,088	0,149
35	0,007	0,015	0,024	0,033	0,052	0,073	0,121
40	0,006	0,013	0,020	0,028	0,044	0,062	0,102
50	0,005	0,010	0,016	0,022	0,034	0,048	0,077
60	-	0,009	0,013	0,018	0,028	0,039	0,062
70	-	0,007	0,011	0,015	0,024	0,033	0,052
80	-	0,006	0,010	0,013	0,020	0,028	0,044
90	-	0,006	0,009	0,012	0,018	0,025	0,039
100	-	0,005	0,008	0,010	0,016	0,022	0,034
125	-	-	0,006	0,008	0,013	0,017	0,027

Ta cũng có thể dựa vào đồ thị trong Hình 2.7 để tìm ra K_n cho lưới gút đơn và lưới kép vuông ($K_k = 9,7 \approx 10,1$) và lưới gút kép ($K_k = 14,8$).



H 2.7 - Đồ thị tra tham số diện tích chỉ lưới K_n theo tỉ số (D_t/a)

Hệ số lọc nước (E_f) cũng có quan hệ với tỉ số diện tích chỉ lưới. Hệ số lọc nước liên quan đến phần diện tích trống thực sự cho nước chảy qua. Vì thế, nếu ta lấy tổng của diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ cộng với diện tích trống dành thoát nước chính là diện tích thực tế của tấm lưới:

$$E_f = 1 - E_s \quad (2.10)$$

Hệ số lọc nước càng cao càng cho phép dòng chảy qua lưới càng nhanh. Vì vậy, hệ số lọc nước sẽ giúp ta nghiên cứu về các kiểu dòng chảy qua lưới, ngược lại tỉ số diện tích chỉ lưới sẽ giúp ta nghiên cứu về hình dáng và các lực thủy động.

2.1.2.5 Số Reynolds

Số Reynolds (Re) là một giá trị không có thứ nguyên, nó được lập ở trạng thái đơn giản khi vật thể vận động trong chất lỏng. Số Reynolds là tỉ số của lực quán tính với độ nhớt của chất lỏng, và được định nghĩa như là:

$$Re = \frac{L.V}{\nu}$$

ở đây:

L - là một kích thước đại diện (m) của vật thể. Chẳng hạn, đối với vật thể hình khối hay hình phẳng thì nó là kích thước chiều dài thông thường; đối với hình cầu và hình trụ nó là đường kính.

V - là vận tốc tương đối (m/s) giữa vật thể và dòng chảy.

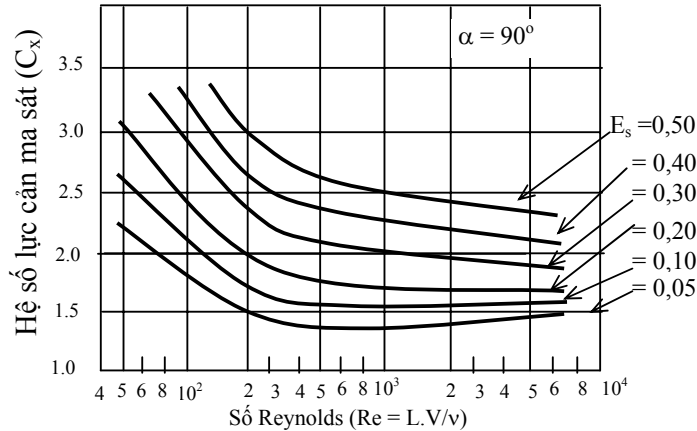
ν - là độ nhớt động học của môi trường chất lỏng (m^2/s), (xem phụ lục 8)

Số Reynolds xét theo độ thô của chỉ sẽ là:

$$\text{Re}_D = \frac{DV}{\nu} \quad (2.11)$$

ở đây: V - là lưu tốc dòng chảy (m/s); D - là độ thô của chỉ lưới (m); ν - là độ nhớt động học của chất lỏng (m^2/s). Chú ý là độ thô chỉ lưới nên chuyển theo đơn vị mét.

Các kiểu lệ thuộc của lực cản thủy động của lưới vào số Reynolds được cho trong H 2.8 đối với $\alpha = 90^\circ$.



H 2.8 Hệ số lực cản ma sát như là một hàm của số Reynolds

Cần lưu ý rằng ảnh hưởng của số Reynolds chỉ có ý nghĩa chỉ khi số $\text{Re} < 500$, bởi khi đó hệ số lực cản ma sát C_x sẽ tăng lên rất lớn (phần trái của các đường cong trong đồ thị H 2.8 có độ dốc rất lớn). Nhưng khi giá trị số Reynolds $\text{Re} > 500$ thì hệ số lực cản ma sát C_x thay đổi không đáng kể (phần bên phải của các đường cong gần như nằm ngang) và được gọi là khu vực mô hình tự động.

Số Reynolds là tham số quan trọng nhất trong tính toán thủy động lực học, đặc biệt là khi tàu di chuyển trong nước. Tuy nhiên, thường đối với lưới và chỉ lưới thì số Reynolds $\text{Re} > 500$ nên ảnh hưởng của nó đối với các hệ số thủy động thì không có ý nghĩa (H 2.8) có thể bỏ qua.

Các đường cong của hệ số thủy động C_x và C_y như là một hàm của góc tổng α (H 2.6) là ứng với trường hợp của $\text{Re}_D = 6000$ và $E_s = 0,046$. Đối với các điều kiện này thì ảnh hưởng của E_s và Re_D thì ít hơn ảnh hưởng của góc tổng α vì thế mà các đường cong trên được dùng để tính lực cản không chỉ cho lưới chỉ se ở trên mà còn có thể tính toán cho bất cứ loại chỉ lưới nào với E_s và Re_D khác nhau.

2.1.2.6 Phương pháp ước lượng xấp xỉ cho lực thủy động

- Trong trường hợp thiếu giá trị các hệ số thủy động C_x và C_y , lực cản thủy động R (kg) của một tấm lưới có thể tính theo công thức đơn giản sau:

$$R = K_h \cdot S_n \cdot V^2 \quad (2.12)$$

ở đây:

S_n - là diện tích mở thực tế của tấm lưới (m^2);

V - là lưu tốc dòng chảy (m/s);

K_h - là hệ số kích thước thực nghiệm ($kg \cdot sec^2/m^4$). Trong trường hợp này ảnh hưởng của hệ số rút gọn và số Reynolds được bỏ qua.

- Đối với bề mặt tấm lưới trực giao với phương dòng chảy ($\alpha = 90^\circ$) và có hệ số rút gọn vừa phải ($U \approx 0,7$), thì $K_h \approx 360D_t/a$. Do đó:

$$R_{90} = 180 \cdot \frac{D_t}{a} \cdot S \cdot V^2 \quad (2.13)$$

- Đối với mặt tấm lưới song song với phương dòng chảy ($\alpha = 0^\circ$) và tỉ số diện tích chỉ lưới ít có ảnh hưởng, thì $K_h = 1,8$. Khi đó:

$$R_0 = 1,8 \cdot S_n \cdot V^2 \quad (3.14)$$

- Đối với mặt tấm lưới hợp với dòng chảy một góc tổng α nào đó, khi đó trước hết ta ước lượng lực thủy động cho R_{90} theo (2.13) và R_0 theo (2.14) rồi ngoại suy giữa hai giá trị đó:

$$R_\alpha = R_0 + (R_{90} - R_0) \cdot \frac{\alpha}{90} \quad (2.15)$$

2.1.2.7 Lực cản thủy động của ngư cụ có dạng đặc biệt

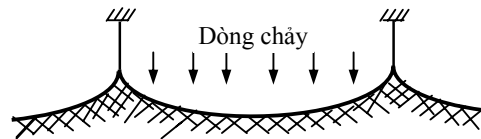
Ngư cụ hoặc phụ tùng của nó (dây giềng, dây xích, vòng khuyên, neo,...) thường có hình dạng đặc biệt. Đôi lúc ta cũng cần phải tính lực cho phụ tùng ngư cụ để biết lực cản của chúng mà trang bị sức kéo của tời, sức kéo của tàu,... cho thích hợp.

Cấu trúc lưới cụ thể trong ngư cụ cũng thường có dạng rất khác so với tấm lưới phẳng thông thường, có thể bao hàm cả dạng khí động học trong đó. Do vậy, việc đánh giá đúng lực cản thủy động của một ngư cụ đặc biệt nào đó, thường là sự kết hợp đánh giá từng phần riêng rẽ. Sau đó, tổng lực cản của các thành phần này chính là lực cản của toàn ngư lưới cụ.

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad (2.16)$$

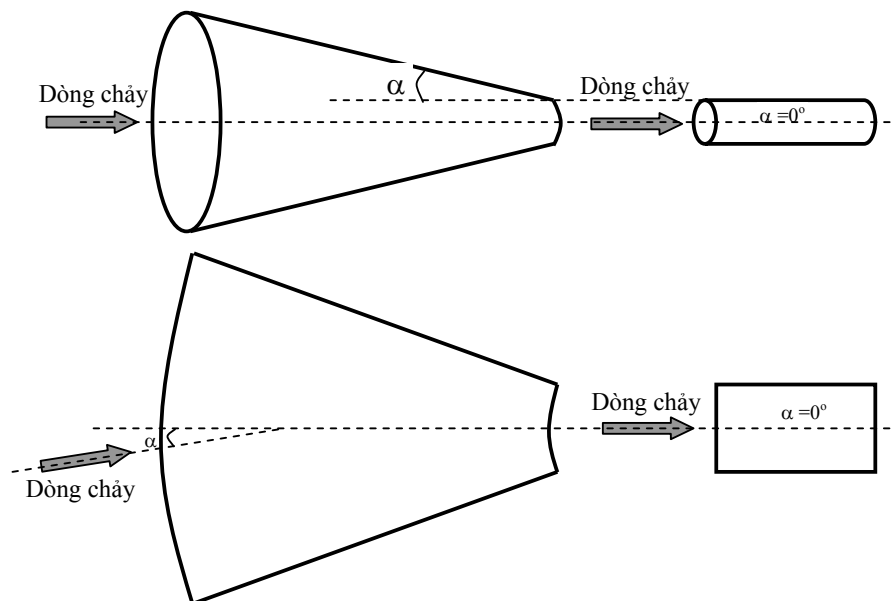
ở đây: i là số phần của ngư lưới cụ được đưa vào để tính lực cản. Lực cản của mỗi phần có thể được tính theo công thức (2.7). Để tính được lực cản này ta cần phải biết các hệ số lực cản thủy động (C) và cũng cần phải tính tổng diện tích mà chỉ lưới chiếm chỗ S_t của mỗi phần, hoặc chuyển đổi nó thành phương pháp tính toán đơn giản hơn.

Đối với một tấm lưới thả trong nước nếu bị tác dụng của dòng chảy nó sẽ bị phồng ra (H 2.9). Để có thể tính được lực cản thủy động của tấm lưới cong như vậy, thường người ta chia tấm lưới ra thành nhiều tấm lưới nhỏ, mỗi tấm lưới này sẽ hợp với phương dòng chảy một góc tổng α trung bình nào đó. Tổng lực cản thủy động của từng tấm lưới nhỏ này sẽ là lực cản thủy động của toàn tấm lưới lớn mà ta cần tính.



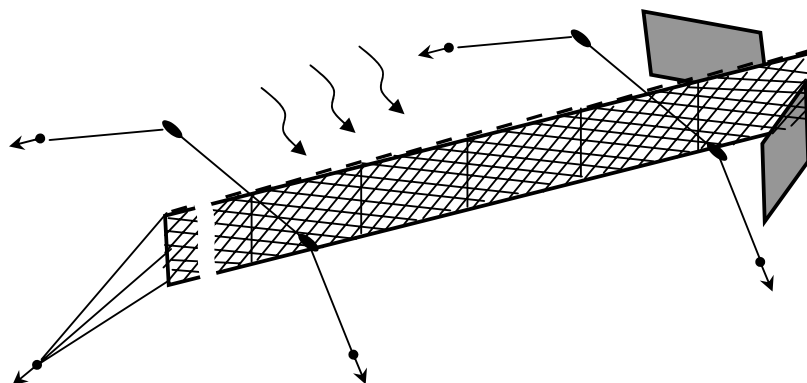
H 2.9 - Lưới bị phồng bởi dòng chảy

Về phương diện hình học, ngư cụ có dạng hình nón cụt và hình trụ thì lực thủy động lên các phần lưới thường có cùng góc tổng α (H 2.10).



Thí dụ H 2.10 - Lưới hình nón và hình trụ được mở ra để tính lực cản thủy động

Tính lực cản thủy động của tấm lưới đặt góc với phương dòng chảy (H 2.11). Tấm đăng có chiều dài $L = 200$ m, độ sâu làm việc là $H = 12$ m, Hệ số rút gọn $U_1 = U_2 = 0,707$ và lưu tốc dòng chảy tương đối là $V = 0,8$ m/s. Lưới được làm từ chỉ 50tex x 12 polypropylene, có độ thô $D_t = 1,2$ mm và kích thước cạnh mắt lưới $a = 30$ mm.



H 2.11 - Tấm đăng của lưới Đăng

Giải:

Lực cản thủy động R_x cho tấm lưới đăng sẽ được tính theo công thức (2.7)

$$R_x = C_x \cdot q \cdot S_t$$

Ở đây:

- Hệ số lực cản C_x được xác định theo đồ thị H 2.6 ứng với $\alpha = 90^\circ$, chọn $C_x \approx 1,4$
- Áp lực hãm thủy động (q) ứng với $\rho = 1000$ kg-sec²/m⁴ và vận tốc $V = 0,8$ m/s là:

$$q = \frac{\rho.V^2}{2} = \frac{100 \times (0,8)^2}{2} = 32 \text{ kg/m}^2$$

- Diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ theo công thức (2.9) ứng với $K_n = 0,048$ được ngoại suy từ *Bảng 2.2* (áp dụng $D_t = 1,2$ và $a = 30 \text{ mm}$) là:

$$S_t = \frac{K_n}{U_1.U_2}.S = \frac{0,048}{(0,707 \times 0,707)} \times 2400 = 230 \text{ m}^2$$

ở đây: $S = L.H = 200 \times 12 = 2400 \text{ m}^2$ là diện tích thật sự của tấm lưới.

Vậy, thế các giá trị $C_x, q; S_t$ công thức (2.7), ta được:

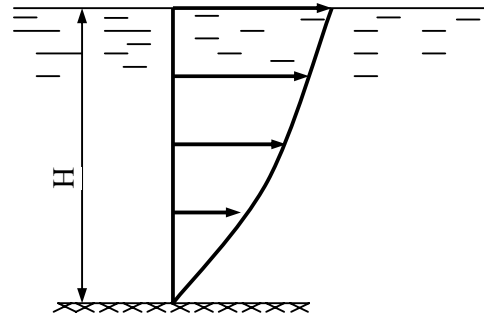
$$R_x = C_x.q.S_t = 1,4 \times 32 \times 230 = 10304 \text{ kg}$$

Bây giờ, để so sánh ta hãy tính lực cản thủy động cho việc ước lượng xấp xỉ như đã được giới thiệu theo công thức (2.13), ta được:

$$R_{90} = 180. \frac{D_t}{a}.S.V^2 = 180 \times \frac{1,2}{30} \times 2400 \times (0,8)^2 = 11059 \text{ kg}$$

Kết quả này thì khác hơn kết quả trước, bởi vì các công thức (2.7) thì chính xác hơn: $(11059 - 10034)/10034 = 0,07 = 7\%$

Tuy nhiên, việc ước lượng theo công thức (2.7) có khi thì cao hơn, có khi lại thấp hơn ước lượng xấp xỉ bởi vì lưu tốc dòng chảy V thường biến động theo độ cao của lưới (*H 2.12*). Mặt khác, nếu lưới bị dính rác bẩn sẽ tạo nhiều lực cản hơn lưới sạch. Lực cản cũng có thể tăng lên như là một kết quả của tốc độ xoáy cục bộ gây ra bởi các sóng biển.



H 2.12 - Phẫu diện lưu tốc qua nền đáy cố định

Thí dụ 2.5

Tính lực cản của ngư cụ có dạng kết hợp giữa hình nón cụt và hình trụ (*H 2.13*) khi vận động trong nước. Có các kích thước sau:

Hình nón cụt có: Đường kính của đáy lớn hình nón cụt: $D_1 = 6 \text{ m}$.

Đường kính của đáy nhỏ hình nón cụt: $D_2 = 3 \text{ m}$.

Chiều dài hình nón cụt (giữa hai đáy): $L_c = 5 \text{ m}$.

Chỉ lưới trong hình nón cụt: 93,5tex x 3 x 3 polyethylene.

Độ thô chỉ lưới trong hình nón cụt: $D_{tc} = 1,5 \text{ mm}$.

Kích thước mắt lưới: $a = 20 \text{ mm}$, và hệ số rút gọn: $U_1 = 0,4$.

Diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ trong hình nón cụt $S_{tc} = 20,6 \text{ m}^2$.

Hình trụ có: Đường kính của hình trụ: $D_3 = D_2 = 3 \text{ m}$.

Chiều dài của hình trụ: $L_0 = 10 \text{ m}$.

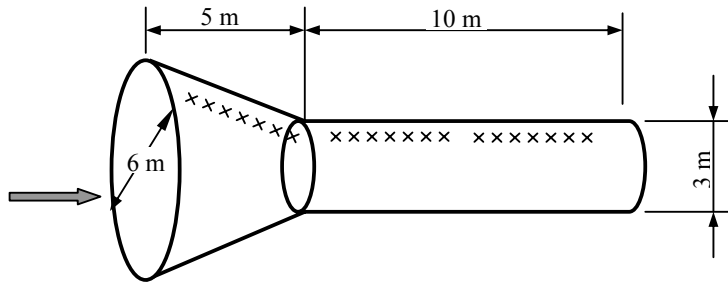
Chỉ lưới trong hình trụ: 93,5tex x 6 x 3 polyethylene.

Độ thô của chỉ lưới trong hình trụ: $D_{t0} = 2,1 \text{ mm}$.

Kích thước mắt lưới: $a = 20 \text{ mm}$, và hệ số rút gọn: $U_1 = 0,4$.

Diện tích chỉ lưới chiếm chỗ trong hình trụ: $S_{t0} = 40,7 \text{ m}^2$.

Lưu tốc chuyển động tương đối: $V = 1,5 \text{ m/s}$.



H 3.13 Các kích thước của lưới hình nón cắt và hình trụ.

Giải:

Theo công thức (2.16) thì lực cản thủy động **R** của lưới sẽ là tổng lực cản của hình nón cắt **R_c** và hình trụ **R₀**.

- Lực cản hình nón cắt thì có liên quan đến góc tổng α . Vì thế ta phải tính góc tổng α theo công thức sau:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_1 - D_2}{L_c} = \frac{6 - 3}{2 \times 5} = 0,3$$

Tra bảng lượng giác, ta được $\alpha = 16,7^\circ$. Theo (H 2.6) ta có: $C_x \approx 0,55$ và

$$q = \frac{\rho V^2}{2} = \frac{100 \times (1,5)^2}{2} = 112,5 \text{ kg/m}^2$$

$$q = \rho V^2 / 2 = (100)(1,5)^2 / 2 = 112,5 \text{ kg/m}^2$$

Khi đó theo công thức (2.7) cho ta: $R_c = C_x \cdot q \cdot S_{tc} = 0,55 \times 112,5 \times 20,6 = 1275 \text{ kg}$

- Đối với hình trụ ($\alpha = 0^\circ$), $C_x = 0,47$, do đó từ công thức (2.7), ta được:

$$R_0 = C_x \cdot q \cdot S_{t0} = 0,47 \times 112,5 \times 40,7 = 2150 \text{ kg}$$

Vậy tổng lực cản của lưới là: $R_x = R_c + R_0 = 1275 + 2150 = 3425 \text{ kg}$

Trong lưới này, $D_t/a = 0,075$ và $0,105$ thì lớn hơn loại lưới như được dùng trong Hình 2.6 và hệ số rút gọn đúng thì nhỏ hơn, vì thế các hệ số lực cản thì có thể hơi nhỏ hơn một ít làm cho việc ước lượng sẽ trở nên lớn hơn.

Cũng nên nhận thức rõ rằng giả định xuyên suốt trong mục này là lực cản thủy động **R** thì bằng tổng của các lực thành phần của nó, do đó xem ra nó có vẻ quá đơn giản và thuận lợi. Tuy nhiên trong thực tế có thể phức tạp hơn nhiều, do vậy ta có áp dụng các phương pháp ước lượng lực cản qua thực nghiệm.

2.1.3 Lực cản thủy động của dây giềng, thùng và cáp

Lực cản thủy động của một dây thẳng (chỉ, thùng, cáp) có thể được tính theo công thức tương tự như công thức (2.7) là:

$$R_x = C_x \cdot q \cdot (L \cdot D). \quad (3.17)$$

ở đây: C_x là hệ số lực cản; L là chiều dài; D là đường kính; $q = \rho V^2 / 2$ là áp lực hãm thủy động.

Hệ số lực cản C_x thì luôn phụ thuộc vào góc tổng giữa phương của dây và phương dòng chảy. Nó còn phụ thuộc vào kiểu cấu tạo và vật liệu làm dây, mức bao bọc thùng

và số Reynolds. Sự phụ thuộc của C_x vào góc tổng α theo các tính toán cho cáp thép có đường kính 12 mm được cho trong *Bảng 2.3*.

Bởi vì sự phụ thuộc của C_x vào góc tổng α thì cũng tương tự với các loại dây khác nên *Bảng 2.3* có thể được dùng để tính lực cản của chúng.

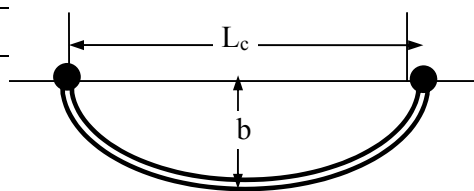
Bảng 2.3 - Hệ số lực cản (C_x) của thùng và cáp thẳng

α°	C_x	α°	C_x
0	0,12	50	0,70
10	0,20	60	0,90
20	0,32	70	1,12
30	0,41	80	1,25
40	0,56	90	1,30

Nếu thùng và cáp không bị kéo quá căng, khi đó hệ số lực cản C_x sẽ phụ thuộc vào hình dáng làm việc của chúng, nghĩa là phụ thuộc vào tỉ số của độ võng b với chiều dài dây cung L_c (*H 2.14*). Các dữ liệu này có thể được thấy trong *Bảng 2.4*.

Bảng 2.4 - Hệ số lực cản C_x phụ thuộc vào tỉ số độ võng và dây cung (b/L_c)

b/L_c	C_x	b/L_c	C_x
0,0	1,30	0,30	0,77
0,05	1,10	0,35	0,80
0,10	0,80	0,40	0,83
0,15	0,70	0,45	0,86
0,20	0,71	0,50	0,90
0,25	0,73		



H 3.14 Độ võng của thùng và cáp

Hệ số lực cản của dây cũng phụ thuộc vào số Reynolds. Tuy nhiên, đối với hầu hết tính toán trong điều kiện thực tế thì số Reynolds có thể bỏ qua. Ngoài lực cản còn có lực nổi khi chúng hợp với dòng chảy một góc tổng α .

Thí dụ 2.6

Tính lực cản của cáp kéo dài 500m, làm việc ở độ sâu $H = 150$ m. Cáp có độ thô $D = 15$ mm và tốc độ kéo $V = 4$ knot (2,06 m/s) trong nước biển ($\rho = 105 \text{ kg-sec}^2/\text{m}^4$).

Giải:

Để đơn giản, ta xem cáp là thẳng và hợp với góc tổng: $\sin \alpha = H/L = 150/500 = 0,3$

Tra bảng lượng giác, ta được $\alpha = 17,5^\circ$. Bằng cách ngoại suy từ *Bảng 3.3*, ta được hệ số lực cản $C_x = 0,29$. Áp lực hãm thủy động là: $q = \rho V^2/2 = (105)(2,06)^2/2 = 223 \text{ kg/m}^2$

Do vậy, lực cản thủy động của dây cáp kéo theo công thức (3.7) sẽ là:

$$R_x = 0,29 \times 500 \times 0,015 \times 223 = 485 \text{ kg}$$

2.1.4 Lực thủy động của phụ tùng ngư cụ

Phụ tùng ngư cụ là các phần gắn kết vào ngư cụ, như: phao, con lăn, chì, ván lưới, xích, ma ní, giềng chì, giềng phao. Ở đây ta sẽ thảo luận các phương pháp tính lực cản thủy động cho ván lưới, dây treo ván, các dạng phao, con lăn và một số phụ tùng khác có dạng hình trụ, cầu, ellip, bán cầu, nón cụt và hình phẳng. Lưu ý rằng, tổng lực cản

của ngư cụ không phải chỉ có lực cản thủy động mà còn bao gồm lực ma sát, lực phản ứng nền đáy và ảnh hưởng của tải trọng cá.

Lực cản thủy động trong các phụ tùng ngư cụ (ván lưới, phao,...) tuy có giá trị nhỏ nhưng có thể có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất và chức năng của ngư cụ.

Như ta biết, công thức cơ bản để tính lực cản thủy động là:

$$R = C_x \cdot q \cdot S \quad (2.18)$$

ở đây: $q = \rho V^2/2$ là áp lực hãm thủy động; S là tiết diện tiếp xúc đến lực cản.

Hệ số lực cản thủy động (C_x) của vài vật thể điển hình được cho trong *Bảng 2.5*.

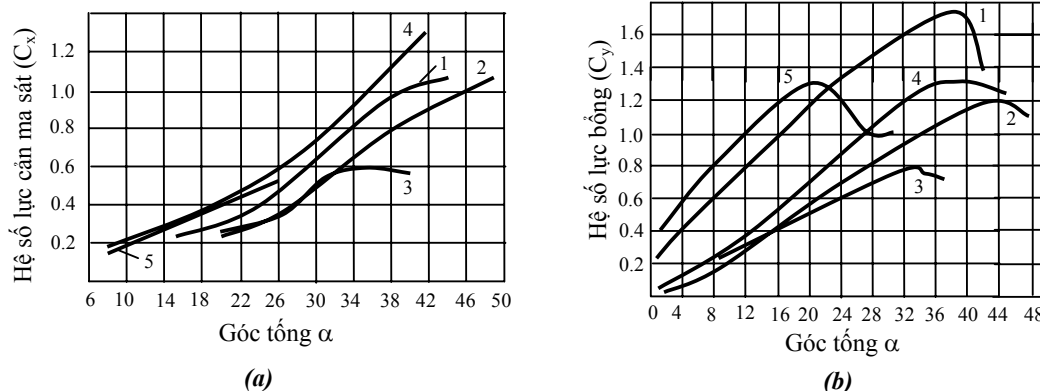
Bảng 2.5 - Hệ số lực cản (C_x) của một số dạng vật thể phụ trợ

Dạng vật thể	C_x	Phương dòng chảy, (V)	Diện tích tiếp xúc (S)
Phiến hình tròn và hình vuông	1,1	Trực diện	Một bên bề mặt
Hình cầu	0,5		Nửa mặt cầu tiếp xúc
Hình ellip nổi	0,06	Dọc trục dài	Mặt tròn lồi tiếp xúc
Hình ellip nổi	0,6	Trực giao trục dài	Mặt ellip lồi tiếp xúc
Hình trụ tròn	1,2	Trực giao trục	Chiều dài x đường kính
Hình trụ tròn	0,1	Dọc trục	Tiết diện
Hình trụ chữ nhật, lăng trụ	2,0	Trực giao trục	Mặt (dài x rộng)
Hình chén bán cầu	0,38	Dọc trục, mặt ngoài	Mặt ($\pi \cdot r^2$)
Hình chén bán cầu	1,35	Dọc trục, mặt trong	Mặt ($\pi \cdot r^2$)
Hình nón cụt 60°	0,52	Dọc trục, đáy nhỏ	Đáy
Hình nón cụt 30°	0,34	Dọc trục, đáy nhỏ	Đáy

Lực cản thủy động (R_x) và lực bồng thủy động (R_y) tác động lên bề mặt (hoặc mặt cắt) của phụ tùng được tính theo phương trình thủy động lực học cơ bản (2.18) là:

$$R_x = C_x \cdot q \cdot S \quad \text{và} \quad R_y = C_y \cdot q \cdot S \quad (2.19)$$

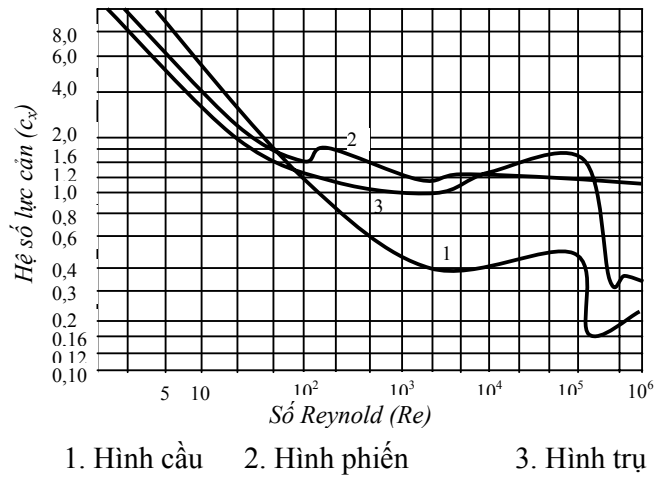
ở đây: C_x và C_y là các hệ số lực cản và hệ số lực bồng, nó phụ thuộc vào hình dáng của vật thể, phương của dòng chảy và số Reynolds. Các giá trị C_x và C_y của một số loại ván lưới được vẽ trong *H 2.15* theo góc tổng α . Nó cũng cho thấy rõ rằng góc tổng α có ảnh hưởng đáng kể đến cả hai C_x và C_y .



- | | | |
|--------------------|------------------|---------------------------|
| 1. Ván oval, 1 khe | 3. Ván chữ nhật | 5. Ván chữ nhật, mặt vòng |
| 2. Ván oval, 3 khe | 4. Ván hình chảo | |

H 2.15 - Hệ số lực cản C_x và lực bồng C_y của các loại ván khác nhau phụ thuộc vào α .

Số Reynolds có ảnh hưởng ít nhiều đến ngư cụ bởi vì giá trị của nó đối với hầu hết các phụ tùng ngư cụ nằm trong khoảng 102-105 (H 2.16), qua một số trường hợp các ảnh hưởng này là có ý nghĩa và sẽ được thảo luận sau.



H 2.16 - Số Reynolds ảnh hưởng lên hệ số lực cản

Thí dụ 2.7

Tính lực cản thủy động của giềng phao có gắn các phao cầu, có độ thô của thùng $D_t = 15$ mm, khoảng cách giữa 2 đầu dây cung $L_c = 16$ m, độ võng $b = 4$ m, đường kính phao $D_f = 200$ mm, số phao trang bị là 40 phao, tốc độ kéo là 1,54 m/s (3 knots).

Giải:

Lực cản của dây giềng R_g được tính theo công thức (2.17). Tỷ lệ $b/L_c = 4/16 = 0,25$. Từ *Bảng 2.4*, ta có $C_x = 0,73$ và $q \approx (100)(1,54)^2/2 = 119 \text{ kg/m}^2$.

Kết quả là: $R_g = 0,73 \times 16 \times 0,015 \times 119 = 20,8 \text{ kg}$

Lực cản trên mỗi phao được tính theo công thức (2.18) với $C_x = 0,5$ trong *Bảng 2.5*. Diện tích hình học trên phao được áp dụng cho hệ số này là:

$$S = (\pi/4) \cdot D^2 = (\pi/4) \cdot (0,2)^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

Do đó, lực cản thủy động của mỗi phao là:

$$R_f = 0,5 \times 119 \times 0,0314 = 1,87 \text{ kg}$$

Tổng lực cản R_x của dây viền và các phao sẽ là:

$$R_x = R_g + 40(R_f) = 20,8 + 40(1,87) = 95 \text{ kg}$$

Thí dụ 2.8

Tính lực cản của ván lưới có kích thước 0,75 x 1,5 m, làm việc với góc tổng α từ 10° đến 50° . Tốc độ kéo $V = 1,28$ m/s (2,5 knots).

Giải:

Lực cản của ván lưới sẽ được tính theo công thức (2.19). Các hệ số lực cản được tìm thấy trong H 2.17 như sau:

α	10°	20°	30°	40°	50°
C_x	0,16	0,35	0,57	0,72	0,90

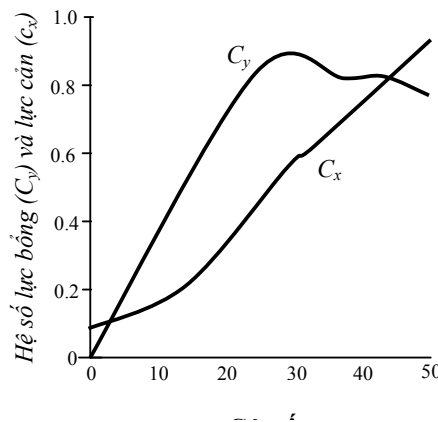
Mật độ nước biển $\rho = 105 \text{ kg-sec}^2/\text{m}^4$, do vậy áp lực hãm thủy động $q = \rho V^2/2 = (105)(1,28)^2/2 = 86 \text{ kg/m}^2$. Diện tích ván lưới kéo là:

$$S = 0,75 \times 1,5 = 1,13 \text{ m}^2$$

Khi này ta có:

- 1) $R_{x10} = 0,16 \times 1,13 \times 86 = 15,5 \text{ kg}$
- 2) $R_{x20} = 0,35 \times 1,13 \times 86 = 34,0 \text{ kg}$
- 3) $R_{x30} = 0,57 \times 1,13 \times 86 = 55,1 \text{ kg}$
- 4) $R_{x40} = 0,72 \times 1,13 \times 86 = 70,0 \text{ kg}$
- 5) $R_{x50} = 0,90 \times 1,13 \times 86 = 87,1 \text{ kg}$

Theo cách làm tương tự ta cũng có thể tính được lực bồng thủy động theo hệ số lực bồng C_y ứng với các góc tổng khác nhau.



H 2.17 - Hệ số lực cản và lực bồng của ván chữ nhật phẳng

2.1.5 Ảnh hưởng của nền đáy

Ngư cụ khi tiếp xúc nền đáy sẽ bị ảnh hưởng không chỉ bởi các lực thủy động mà còn bởi các lực sinh ra từ quá trình tiếp xúc của ngư cụ với nền đáy. Các lực này có thể được chia thành hai kiểu:

- (a) Ma sát trượt trên nền đáy
- (b) Cày, xới ngư cụ xuống nền đáy mềm.

Trong mục này, ta sẽ xem xét ảnh hưởng kết hợp của cả hai loại lực này.

2.1.5.1 Ma sát

Có hai kiểu ma sát cơ bản, (a) ma sát trượt và tĩnh tại, khi bề mặt của một vật thể nằm hoặc di chuyển tiếp xúc với bề mặt của một cái khác, và (b) ma sát lăn, khi một vật thể như là bánh xe hoặc hình cầu lăn tròn qua bề mặt của vật thể khác trong khi vẫn cố định trục của nó.

Ảnh hưởng của các lực ma sát lên lưới, dây viền và phụ tùng ngư cụ không chỉ xảy ra khi ngư cụ tiếp xúc nền đáy trong quá trình di chuyển, mà còn khi ngư cụ đang cố định nhưng lại chịu ảnh hưởng của dòng chảy. Trong trường hợp thứ nhất, ma sát nền đáy sẽ làm tăng thêm lực cản. Trong trường hợp thứ hai, ma sát nền đáy sẽ quyết định vị trí và hình dáng ngư cụ. Trong trường hợp ngư cụ di chuyển, ma sát trượt cũng thường được bao hàm trong đó.

2.1.5.2 Tính toán ảnh hưởng của nền đáy

Ta có công thức thực nghiệm để tìm ra tổng lực cản ma sát (gồm cả lực cày xới) nền đáy R_d qua sử dụng công thức thực nghiệm sau:

$$R_g = K_g \cdot W_w \quad (2.20)$$

ở đây: R_g - là tổng lực cản ma sát do bởi nền đáy; K_g - là hệ số thực nghiệm dưới ảnh hưởng của nền đáy; W_w - là trọng lượng của vật thể trong nước.

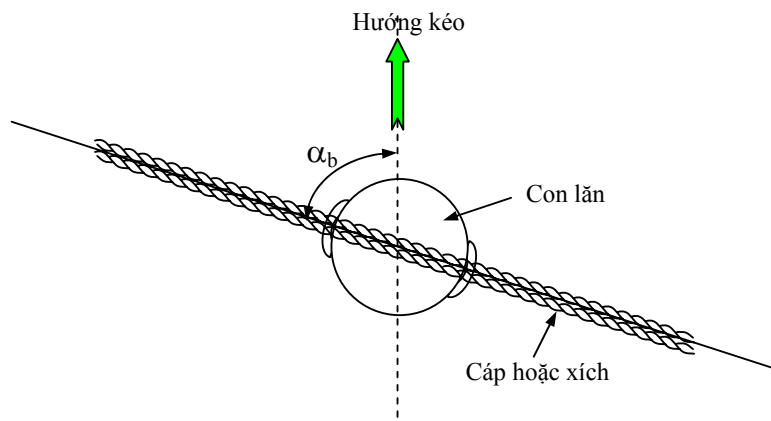
Giá trị của K_g được cho trong *Bảng 2.6* được đo đạc dưới các điều kiện trung bình qua hai kiểu nền đáy cứng. Tuy nhiên lại không có dữ liệu của nền đáy mềm (bùn).

Bảng 2.6 - Hệ số ảnh hưởng của một số phụ tùng ngư cụ trên nền đáy cát mịn và đáy cát-sỏi

Vật liệu	Hệ số ảnh hưởng nền đáy (K_g)	
	Cát mịn	Cát-sỏi
Lưới	0,75	0,65
Thùng	0,80	0,70
Cáp thép	1,6	1,4
Cáp kết hợp	1,2	1,0
Túi cát hoặc túi đá	0,76	0,63
Chì	0,53	0,44
Đá	0,70	0,54
Gỗ	0,73	0,51
Sắt	0,61	0,47

2.1.5.3 Ma sát lăn

Việc lăn tròn của các phụ tùng ngư cụ, chẳng hạn con lăn của lưới kéo, sẽ tạo ra lực ma sát làm cho chúng không chỉ bị trượt mà còn lăn trên nền đáy (*H 2.18*).



H 2.18 - Hình dạng con lăn lưới kéo

Lực cản ma sát lăn thật sự của con lăn khi đó sẽ là:

$$R_b = E_r \cdot R_g \quad (2.21)$$

ở đây: R_b - là lực cản của con lăn bao gồm ảnh hưởng của việc lăn; R_g - là lực cản của nền đáy khi con lăn được kéo xoay quanh trục của nó; E_r - là hệ số lăn.

Sự ma sát lăn còn phụ thuộc vào góc tổng α_b của phương trục lăn và phương di chuyển. Giá trị của E_r được cho trong *Bảng 2.7*.

Bảng 2.7 - Hệ số lặn như là một hàm của góc tổng giữa trục con lặn và phương di chuyển

α_b	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
E_r	1,0	0,97	0,95	0,92	0,87	0,80	0,40

Ở $\alpha_b = 90^\circ$ con lặn sẽ lặn dễ dàng và lực cản của nó là tối thiểu. Khi $\alpha_b = 0^\circ$ con lặn sẽ không lặn và lực cản nền đáy sẽ được ước lượng theo *Bảng 2.6* và công thức (2.20).

2.1.5.4 Ngư cụ cố định

Trong ngư cụ cố định thì chì, đá dằn (túi cát hoặc đá) và neo có chức năng làm tăng cường thêm lực cản nền đáy R_d để thắng lại các ngoại lực do dòng chảy, sóng, gió tác động lên phụ tùng ngư cụ. Thí dụ, một viên chì có thể phụ thuộc vào áp lực áp thủy tĩnh F_1 nào đó bởi dòng chảy và đồng thời bởi lực F_2 do được truyền dọc theo viên chì dưới ảnh hưởng của lưới nằm trong dòng chảy. Nếu

$$F = F_1 + F_2 \leq R_g$$

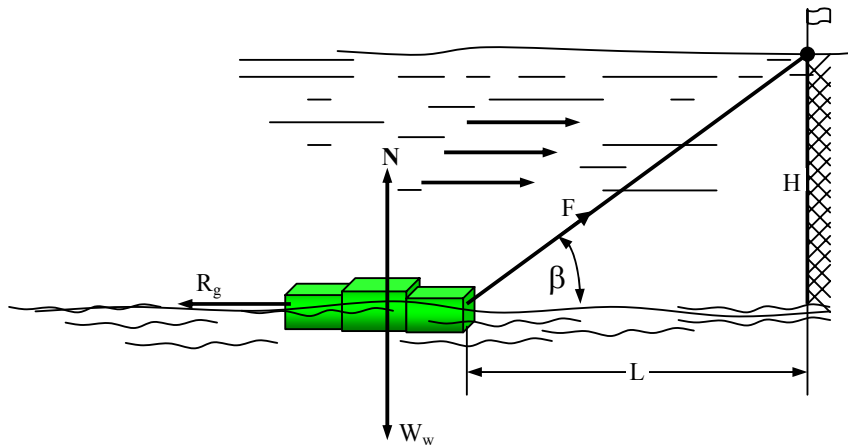
thì viên chì sẽ giữ ở vị trí của nó. Và nếu $F = F_1 + F_2 \geq R_g$ thì viên chì sẽ di chuyển dọc theo nền đáy.

Khi đá dằn được sử dụng (lưới rùng) lực F từ dây neo thì không theo phương ngang mà hợp với một góc β nào đó (*H 2.19*) để mà thành phần thẳng đứng của lực căng dây làm giảm hiệu quả của trọng lượng túi dằn. Độ lớn của góc β này phụ thuộc vào độ sâu của nước và chiều dài của dây căng.

Khi đó, lực cản hay lực giữ R_g đối với đá dằn được ước lượng xấp xỉ là:

$$R_g = \frac{K_g \cdot W_w}{1 + \left(\frac{H}{L}\right) K_g} \quad (2.32)$$

ở đây: H là độ sâu; L là khoảng cách ngang từ ngư cụ đến đá dằn.



H 2.19 - Các véc-tơ lực của bộ đá dằn ngư cụ

Lực thẳng đứng chỉ trong *H 2.19* là phản ứng của nền đáy, nó bằng với trọng W_w của đá dằn trong nước trừ đi thành phần hướng lên của sức căng dây. Từ (2.22) cho thấy rằng lực giữ của đá dằn thì phụ thuộc không chỉ vào trọng lượng mà còn phụ thuộc vào tỉ số H/L . Do vậy, nếu $H = 0$, lực ma sát giữ sẽ là cực đại; và nếu $L = 0$ thì sẽ không có lực ngang từ ngư cụ và cũng không cần có lực giữa ma sát của đá dằn.

Lực giữ của neo R_g thì phụ thuộc vào trọng lượng, kiểu neo, đặc tính của nền đáy và phương của đường dây neo. Nó có thể được ước lượng theo công thức sau:

$$R_g = K_a \cdot W_w \quad (2.23)$$

ở đây: K_a là hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào kiểu neo vào nền đáy. $K_a = 5-7$ đối với đáy cát; và $K_a = 12-15$ đối với đáy sét.

Thí dụ 2.9

Tính trọng lượng trong nước của một túi dẫn bằng cát để giữ vách tấm lưới cố định một chỗ, nếu lực cản theo phương ngang của lưới là 100 kg. Chiều dài dây căng là 10 m, độ sâu là 4 m và nền đáy là cát.

Giải:

Để ngăn ngừa sự dịch chuyển, lực giữ của túi dẫn R_g không thể ít hơn lực đẩy nó đi. Kết quả là tối thiểu $R_g = 100$ kg. Hệ số ma sát K_g cho trong *Bảng 2.6* là 0,76. Khoảng cách nằm ngang L từ chân lưới đến túi dẫn được tính như sau:

$$L = \sqrt{10^2 - 4^2} = 9,17m$$

Bây giờ tái sắp xếp lại (2.22) để tìm trọng lượng trong nước (W_w) của túi cát,

$$W_w = \frac{R_g}{K_g} \left(1 + \frac{H}{L} \cdot K_g\right) = \frac{100}{0,76} \left(1 + \frac{4}{9,17} \times 0,76\right) = 175 \text{ kg}$$

Dĩ nhiên, đây là giá trị tối thiểu, giá trị này cần phải nhân thêm với hệ số an toàn từ 2-3 theo mức dự đoán sự biến động của lực làm di chuyển vật thể.

Thí dụ 2.10

Tính trọng lượng của neo để giữ cho giềng chì của lưới cố định tại một chỗ, nếu sức căng của dây neo là $T = 200$ kg. Hệ số lực giữ của neo là $K_a = 5$, độ sâu là 6 m và chiều dài dây neo là 60 m.

Giải:

Lực giữ của neo R_g không được ít hơn sức căng của dây neo R_x , nghĩa là:

$$R_g = R_x = T \cdot \cos \beta$$

ở đây β là góc hợp giữa nền đáy và phương dây neo. Nhưng $\sin \beta = 6/60 = 0,1$ khi đó $\cos \beta = \sqrt{1 - 0,1^2} = 0,995 \approx 1$. Do vậy, nếu dây thì đủ dài so với độ sâu thì sức căng của dây gần bằng với lực cản:

$$R_g \approx T = 200 \text{ kg}$$

Tái sắp xếp lại công thức (2.23) trọng lượng tối thiểu trong nước của neo là:

$$W_w = \frac{R_g}{K_a} = \frac{200}{5} = 40kg$$

2.1.6 Lực tải do cá gây ra

Cá có thể tạo nên các tải lực làm ảnh hưởng đến hoạt động của ngư cụ. Thí dụ, khi cá bị móc câu, sự vùng vẫy của cá sẽ gây ra một lực lên lưỡi câu, nhánh dây câu và dây chính và nếu lực đó đủ mạnh thì dây câu có thể bị đứt. Trường hợp của lưới rê,

lưới vây rút chì và những ngư cụ khác thì tổng các lực gom lại bị gây ra bởi nhiều cá thể cá theo một hướng nào đó có thể làm hư hỏng ngư cụ.

Lực kéo câu liên tục của cá có thể được ước lượng xấp xỉ theo phương trình:

$$F_t = \frac{K_f \cdot W_f}{\sqrt[3]{L}} \quad (2.24)$$

ở đây: W_f - là trọng lượng cá trong không khí (kg); L - là chiều dài của cá (m); K_f - là hệ số thực nghiệm có giá trị từ 0,5-1,0.

Lực gây ra bởi cá do tạo động năng trong quá trình giật thoát mạnh có thể được diễn tả bởi công thức:

$$F_k = \frac{W_f \cdot V^2}{g \cdot e} \quad (2.25)$$

ở đây: W_f - trọng lượng cá trong không khí (kg); V - là tốc độ bơi cực đại của cá (m/s); g - là gia tốc trọng trường (m/s²); e - là lực đàn hồi tối đa của ngư cụ (m).

Công thức này cho thấy rằng động năng thì phụ thuộc vào tính đàn hồi của ngư cụ, tiếp đến nó phụ thuộc vào phương pháp thiết kế ngư cụ. Thí dụ, nếu dây câu dài hơn sẽ cho phép sức căng đàn hồi lớn hơn và có thể chịu đựng được với lực giật mạnh của cá mắc câu.

Thí dụ 2.11

Tính động năng gây ra bởi cá ngư cân nặng 20 kg, nếu dây nhánh của dây câu chính là 2m, 4m, và 6m. Tốc độ bơi tối đa của cá này là 6 m/s.

Giải:

Áp dụng công thức (2.25) để tính lực kéo câu ứng với chiều dài các dây nhánh là:

1. $F_1 = 20 \times 6^2 / (9,8 \times 2) = 36,7 \text{ kg}$
2. $F_2 = 20 \times 6^2 / (9,8 \times 4) = 18,4 \text{ kg}$
3. $F_3 = 20 \times 6^2 / (9,8 \times 6) = 12,2 \text{ kg}.$

Lực gây ra bởi cá thì thỉnh thoảng lớn hơn 1,5 lần so với trọng lượng của nó, lưới câu thường xé rách thịt cá. Do vậy, trong trường hợp (1) ta thấy tính đàn hồi của ngư cụ (nghĩa là dây nhánh) thì không đủ hiệu quả.

Tổng lực kéo trì xuống của một con cá có thể vượt hơn trọng lượng của nó gấp vài lần. Thí dụ, cá Trích Bắc Đại Tây Dương có trọng lượng của cá trong nước ít hơn 1% đến 2% của trọng lượng nó trong không khí. Ở cùng thời gian lực thẳng đứng được tạo ra bởi cá trong lưới khi chúng bắt đầu lặn xuống thì lớn hơn 7% trọng lượng trong không khí. Chính nhân tố này đã làm chìm tàu lưới nâng mà đã được biết đến.

2.2 Tính toán ngư cụ như là một hệ thống dây giềng

2.2.1 Thể hiện đơn giản để có thể tính toán

Thiết kế ngư cụ, mà ngư cụ đó là một hệ thống không gian ba chiều phức tạp, thì thường được dựa trên việc xem xét các bản vẽ không gian hai chiều và các biểu đồ lực. Các bản vẽ này tượng trưng cho các hình chiếu (hay mặt cắt) của ngư cụ như là một hệ thống các dây giềng tại một thời điểm nào đó, hoặc ở điều kiện được giả định là ổn

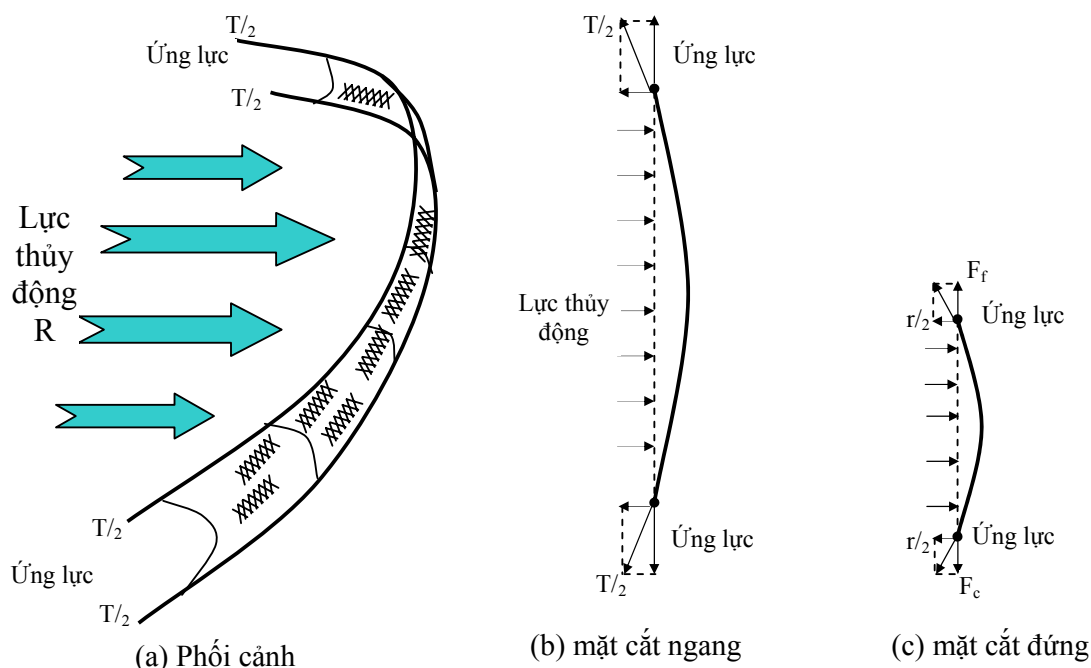
định. Việc xác định đúng hình dạng và các tải lên ngư cụ sẽ giúp ta có thể cải thiện hình dạng ngư cụ, làm phù hợp giữa các tải và ngư cụ, và tăng cường hiệu suất khai thác.

Một số ngư cụ, như lưới rê, lưới vây là những tấm lưới dài và độ sâu ngắn, thì hình dạng và lực tác động lên chúng có thể được đánh giá bằng cách xem chúng qua ba dạng sau (H 2.20).

Hình 2.20a mô tả lưới đang chịu ảnh hưởng của dòng chảy. Lực cản tấm lưới dưới tác dụng của ngoại lực (R) sẽ được gánh bởi hệ thống giềng phao và giềng chì. Nếu chiều dài giềng chì và giềng phao bằng nhau thì lưới sẽ chịu sự phân bố lực đồng đều.

Nếu tải chỉ phân bố chỉ lên những dây cung như ở Hình 2.20b thì hình dạng, sức căng và ứng suất tải ở hai đầu cần được tính toán.

Các nội lực sinh ra bởi sức đề kháng của lưới có thể thấy trong hình Hình 2.20c. Trường hợp này các ngoại lực tác động lên 1 m dây giềng (phao hoặc chì) là sự kết hợp của ứng lực ngang ($r/2$) với lực lực nổi của phao F_f (hoặc lực chìm của chì F_s).

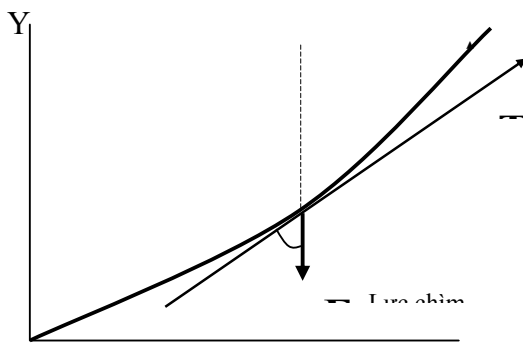


H 2.20 - Hình dạng và biểu đồ lực tác dụng lên lưới

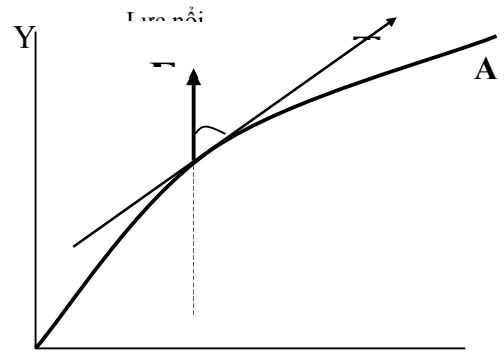
2.2.2 Đặc điểm hình dáng và ước lượng sức căng của dây giềng

Ta biết rằng hình dạng và sức căng của dây giềng thì luôn phụ thuộc vào sự phân bố của các ngoại lực tác dụng lên dây. Trong thực tế người ta thường thấy dây giềng khi làm việc trong nước có các dạng biểu hiện như: võng (chùn) xuống dưới ảnh hưởng của lực trọng trường (H 2.21); hoặc võng lên dưới ảnh hưởng của sức nổi (H 2.22); hoặc cong theo mặt phẳng ngang dưới ảnh hưởng của lực cản thủy động do dòng chảy tác dụng lên dây (H 2.23).

H 2.21 và H 2.22 cho thấy dây giềng OA phụ thuộc vào lực trọng trường và lực nổi thẳng đứng phân bố đều. F_s là lực chìm của lưới và F_b là lực nổi của lưới trên đơn vị chiều dài. Góc α hợp giữa dây giềng và các lực này sẽ thay đổi dọc theo đường dây.

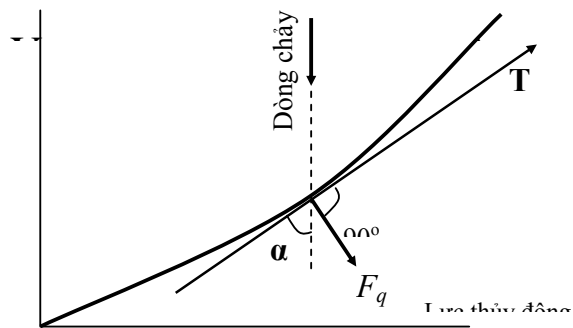


H 2.21 - Dây giềng bị chùn dưới ảnh hưởng bởi trọng lực của dây



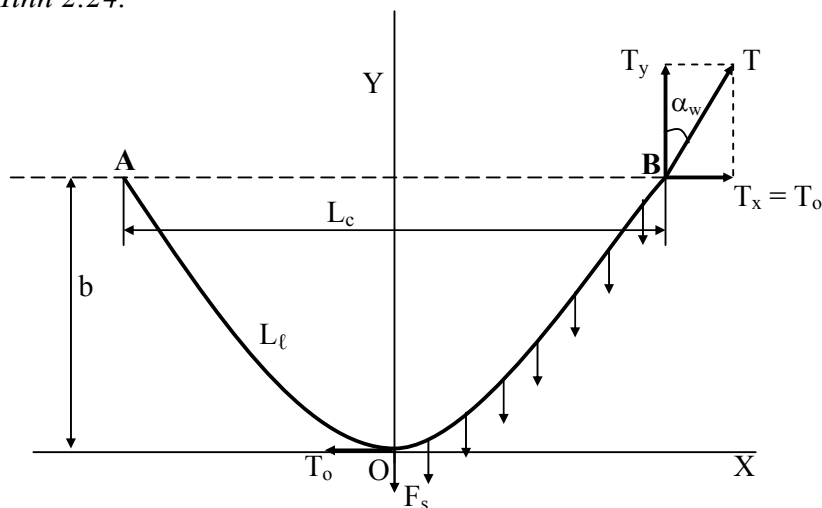
H 2.22 - Dây giềng bị võng lên dưới ảnh hưởng của lực nổi của dây

Hình 2.23 cho thấy dây giềng OA chịu tải dọc theo chiều dài bởi lực thủy động F_q trực giao với tiếp tuyến của dây tại mỗi điểm, bất kể hướng của dòng chảy. Tuy nhiên, độ lớn của lực thủy động F_q tại mỗi điểm thì phụ thuộc vào hướng của dòng chảy.



H 2.23 - Dây giềng chịu tải dưới ảnh hưởng của lực quán tính của dòng chảy

Trong thực tế, để có thể quan sát hình dáng, đánh giá các lực và sức căng trong dây giềng, người ta thường xét qua mô phỏng một dây xích được cố định ở hai đầu A và B như trong *Hình 2.24*.



H 2.24 - Hình học của một dạng dây xích

Giả định rằng các tham số hình học cơ bản của dây giềng thể hiện dưới dạng xích nói trên gồm: chiều dài dây (L_ℓ), độ võng (b), chiều dài dây cung (L_c) và góc tổng (α_w) hợp với phương của dây và phương lực trọng trường (F_s).

Từ H 2.24 ta thấy, sức căng tối thiểu (T_0) trong dây sẽ là ở điểm O. Sức căng (T_x) theo phương ngang tại bất kỳ điểm nào trên dây đều bằng với sức căng tối thiểu này, nghĩa là $T_x = T_0$.

- Đối với một đường dây cong đối xứng, các quan hệ giữa chiều dài dây (L_ℓ), độ võng (b), sức căng tối thiểu (T_0), lực trọng trường (F_s), góc tổng (α_w) và chiều dài cung (L_c) có thể được biểu diễn qua các biểu thức sau:

$$L_\ell = 2 \cdot \sqrt{b^2 + \frac{2 \cdot b \cdot T_0}{F_s}} \quad (2.25)$$

$$\text{Cotg} \alpha_w = \frac{F_s \cdot L_\ell}{2 \cdot T_0} \quad (2.26)$$

$$L_c = \left(\frac{2 \cdot T_0}{F_s} \right) \cdot \ln(\text{Cotg} \alpha_w + \text{Cos} \alpha_w) \quad (2.27)$$

- Nếu sức căng tối thiểu T_0 được biết trước, thì sức căng tại bất cứ điểm nào trên đường dây có thể được tính theo công thức sau:

$$T = T_0 + F_s \cdot y \quad (2.28)$$

ở đây: F_s - là lực chìm trên một đơn vị chiều dài (kg/m);

y - là độ võng của dây tại điểm đó. Đối với điểm A và B thì: $y = b$.

- Nếu dây xích chịu ảnh hưởng của lực cản thủy động do dòng chảy gây ra như trong (H 2.23) thì lực thủy động (F_q) trên đơn vị chiều dài xích là:

$$F_q = C_n \cdot D \cdot q \cdot \sin^2 \alpha \quad (2.28)$$

(ở đây nếu là thùng thì $C_n \approx 1.4$; và D là đường kính, theo mét).

Sức căng T do tải này gây ra thì bằng nhau dọc suốt đường dây xích; và mối quan hệ giữa hình dạng và các lực của một dây xích chịu lực cản thủy động sẽ là:

$$L_\ell = 2 \cdot \sqrt{b^2 + \frac{2 \cdot b \cdot T}{C_n \cdot q \cdot D}} \quad (2.29)$$

$$\text{Cotg} \alpha_w = \frac{C_n \cdot q \cdot D}{2 \cdot T} \quad (2.30)$$

$$L_c = \left(\frac{2 \cdot T}{C_n \cdot D} \right) \cdot q \cdot \ln(\text{Cotg} \alpha_w + \text{Cos} \alpha_w) \quad (2.31)$$

- Để đánh giá hình dáng lưới khi có dòng chảy thì cách tốt nhất là áp dụng dạng đường parabol. Khi đó lực sẽ phân bố đều trên cung AB hơn là phân bố dọc đường cong AOB như trường hợp của dây xích. Phương trình cho đường parabol sẽ là:

$$y = \frac{F_x \cdot x^2}{2 \cdot T_0} \quad (2.32)$$

ở đây: y - là độ võng (hay tung độ); x - là hoành độ tại mỗi điểm trên đường cong; F_x - là tải trọng trên một đơn vị độ rộng của lưới (kg/m); và $T_0 = T_x$ là sức căng tối thiểu của dây khi nó chỉ chịu mỗi tác dụng của tải trọng trường.

Áp dụng công thức (2.32) đối với hai đầu dây của hệ thống dây dạng parabol, thì sức căng tối thiểu trong đường dây sẽ là:

$$T_0 = \frac{F_x \cdot L_c^2}{8 \cdot b} = \frac{R \cdot L_c}{8 \cdot b} \quad (2.33)$$

ở đây: chiều dài dây cung là $L_c = 2 \cdot x$; và tổng lực cản của đường dây là $R = F_x \cdot L_c$.

Khi đó, tải gây ra tại bất kỳ một điểm nào đó nếu không trùng với trục x , sẽ là:

$$T_x = T_0 = \text{const (hằng số)} \quad (2.34)$$

và sức căng tại điểm đó trên đường dây sẽ là:
$$T = \frac{T_0}{\sin \alpha} \quad (2.35)$$

ở đây: α là góc hợp giữa phương trục dây và phương tải lực bên ngoài (phương Y).

Ở mỗi đầu của dây đối xứng, các véc-tơ sức căng sẽ là:

$$T_x = T_0 \quad (2.36)$$

$$T_y = \frac{R}{2} = \frac{F_x \cdot L_c}{2} \quad (2.37)$$

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot T_0^2 + R^2} \quad (2.38)$$

Để ước lượng chiều dài của đường cong (L_ℓ), trên cơ sở có tác động của dòng chảy với đảm bảo giềng phao nằm ở một độ sâu nhất định khỏi nền đáy biển và giềng chỉ không bị nâng lên, thì chiều dài dây (L_ℓ) phải là:

$$L_\ell \approx L_c + \frac{8 \cdot b^2}{3 \cdot L_c} \quad (2.40)$$

Công thức (2.40) chỉ áp dụng cho $b/L_c < 0,35$. Nếu độ võng sâu hơn, thì công thức trên sẽ cho kết quả vượt hơn khoảng 5%. Tuy nhiên, ta còn có một công thức khác khá phức tạp nhưng chắc chắn hơn là:

$$L_\ell = L_c \left[\frac{\sqrt{1 + p^2}}{2} + \frac{\ln(P + \sqrt{1 + p^2})}{2 \cdot P} \right] \quad (2.41)$$

ở đây: $P = \frac{4 \cdot b}{L_c}$

Bảng 2.8 sẽ giúp ta đơn giản bớt việc tính toán. Từ giá trị của một trong những tham số được cho, như: góc tổng α , tỉ lệ giữa chiều dài dây cung và chiều dài dây (L_c/L_ℓ), tỉ lệ giữa độ võng và chiều dài dây (b/L_ℓ), tỉ lệ giữa chiều dài dây cung và độ võng (L_c/b) hoặc $\text{Cotg } \alpha$, bảng sẽ cho ta biết một số tham số mà ta mong muốn.

Cần chú ý rằng đôi khi có cùng tỉ lệ chiều dài dây giềng, nhưng góc tổng α của dây xích sẽ khác biệt có ý nghĩa so với dây parabol. Nếu góc tổng này là tới hạn, như khi ta ngoại suy từ các đường dây cáp kéo (thí dụ, ước lượng cho độ mở của ván lưới), thì

đường cong nào thích hợp cho sự phân bố tải cân phải được chọn đúng để tránh bị lệch trong kết quả tính toán.

Thí dụ 2.12

Dây thừng AOB (H 2.24) được kéo trong nước tạo ra một lực cân là $R = 110$ kg. Chiều dài thừng $L_\ell = 60$ m. Khoảng cách giữa hai đầu AB là $L_c = 48$ m. Hãy tính sức căng tối thiểu T_0 tại điểm giữa của thừng và sức căng T tại hai đầu A và B.

Giải:

Ta áp dụng công thức cho dây parabol (2.33) để giải bài tập này. Độ võng b có thể được tra từ *Bảng 2.8* dựa vào: $\frac{L_c}{L_\ell} = \frac{48}{60} = 0,8$

ta tra ra được $b/L_\ell = 0,27$, khi đó ta có: $b = 0,27 \cdot L_\ell = 0,27 \times 60 = 16,2$ m

Để tính sức căng T_0 của thừng tại điểm giữa, áp dụng công thức (2.33), ta được:

$$T_0 = \frac{R \cdot L_c}{8 \cdot b} = \frac{110 \times 48}{8 \times 16,2} = 40,7 \text{ kg}$$

Áp dụng công thức (2.38) ta tính được sức căng tại hai đầu A và B là:

$$T = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot T_0^2 + R^2} = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot (40,7)^2 + (110)^2} = 68,4 \text{ kg}$$

Bảng 2.8 – Các tỉ lệ hình học chủ yếu của dây xích và dây parabol

Các tỉ lệ theo dây xích					Các tỉ lệ theo dây parabol				
L_c/L_ℓ	b/L_ℓ	L_c/b	Cotg	α°	L_c/L_ℓ	b/L_ℓ	L_c/b	Cotg	α°
1,00	0,00	-	0,00	90	1,00	0,00	-	0,00	90
0,95	0,14	7	0,59	59	0,95	0,14	6,8	0,59	59
0,90	0,19	5	0,89	48	0,90	0,19	4,7	0,85	51
0,85	0,24	3,5	1,18	40	0,85	0,24	3,5	1,14	42
0,80	0,27	3,0	1,47	34	0,80	0,27	3,0	1,33	36
0,75	0,29	2,6	1,80	29	0,75	0,30	2,5	1,60	32
0,70	0,32	2,2	2,16	25	0,70	0,33	2,1	1,90	29
0,65	0,34	1,9	2,58	21	0,65	0,35	1,8	2,20	25
0,60	0,36	1,7	3,06	18	0,60	0,37	1,6	2,50	22
0,55	0,38	1,5	3,6	15	0,55	0,39	1,4	2,86	20
0,50	0,40	1,3	4,3	13	0,50	0,41	1,2	3,33	17
0,45	0,41	1,1	5,2	11	0,45	0,42	1,1	3,8	15
0,40	0,43	0,93	6,4	8	0,40	0,44	0,91	4,4	13
0,35	0,44	0,80	7,9	7	0,35	0,45	0,78	5,2	11
0,30	0,45	0,67	10	6	0,30	0,46	0,65	6,2	9
0,25	0,46	0,54	13	4	0,25	0,47	0,53	7,6	8
0,20	0,47	0,42	18	3	0,20	0,48	0,42	9,6	6
0,15	0,48	0,31	26	2	0,15	0,49	0,307	13	4
0,10	0,49	0,20	45	1	0,10	0,50	0,202	20	3
0,05	0,50	0,10	107	-	0,05	0,50	0,1004	40	1

Thí dụ 2.13

Người ta tính được sức căng T của dây nối giữa đầu lưới rê và tàu tại điểm cao nhất (tại mạn tàu) của nó là 800 kg và trọng lượng của dây trong nước là $F_s = 0,8$ kg/m. Độ

sâu thả lưới là 120 m. Hãy tính chiều dài tối thiểu cần thiết của dây để không gây cho lưới bị nâng lên khi thả neo

Giải:

Do dây chỉ chịu lực tải ngang do trọng lượng của nó và lực nổi của phao, do vậy nó được xem tương tự như dây OA hoặc OB (H 2.24) với chiều dài là $L_\ell/2$. Đầu lưới thì nằm ở điểm O và tàu thì ở điểm B. Ở đây bởi dây có dạng là một nửa của đường cong parabol, nên công thức (2.29) sẽ là:

$$\frac{L_\ell}{2} = \sqrt{b^2 + \frac{2bT_0}{F_s}}$$

Mặt khác, vì dây thì nằm ngang tại điểm kết với lưới, nên sức căng tại điểm thấp hơn nó được tính theo công thức (2.28) là: $T_0 = T - F_s \cdot y$

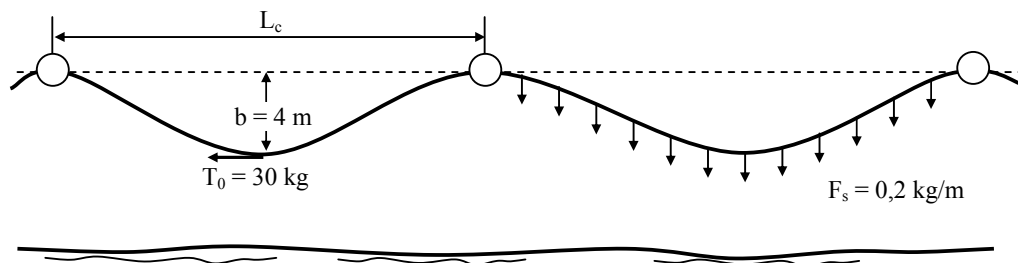
ở đây $b = y$ là độ sâu thả lưới. Do đó, sức căng tại đầu dây sẽ là:

$$T_0 = 800 - (0,8 \times 120) = 704 \text{ kg}$$

Vậy chiều dài tối thiểu cần thiết phải thả dây là:

$$\frac{L_\ell}{2} = \sqrt{120^2 + \frac{2 \times 120 \times 704}{0,8}} = 475 \text{ m}$$

Thí dụ 2.14



H 2.25 - Các đoạn viên phao của lưới rùng

Người ta lắp các phao dọc theo chiều dài của lưới rùng để đảm bảo cho giềng phao không bị hạ xuống sát đáy khi chúng được kéo vào bờ (H 2.25). Biết rằng sức căng của dây tại mỗi phao khi chưa kéo lưới là 30 kg và có thể tăng lên đến 500 kg khi chịu kéo. Trọng lượng trong nước của giềng phao là 0,2 kg/m. Độ võng cho phép tối đa là 4 m. Hãy tính lực nổi cần thiết của phao và sự phân bố của phao dọc theo giềng phao.

Giải:

Lực làm chùn giềng phao tại điểm giữa đoạn giềng của hai phao cần phải lớn hơn lực căng kéo xuống khi lưới hoạt động. Như trong H 2.25, khoảng cách giữa hai phao kế cận nhau là L_c và giả sử rằng độ chùn của dây thì đủ nhỏ để cho phép ta xem chúng có dạng parabol, nghĩa là $F_x \approx F_s$. Khi đó ta có thể áp dụng công thức (2.33) để tính chiều dài dây cung L_c cần thiết khi kéo lưới là:

$$L_c \approx \sqrt{\frac{8 \cdot T_0 \cdot b}{F_s}} = \sqrt{\frac{8 \cdot (30) \cdot (4)}{0,2}} = 70 \text{ m}$$

Điều này cho thấy rằng dưới tác dụng của sức căng của dây là 30 kg, thì khoảng cách tối thiểu giữa hai phao phải là 70 m.

Giả sử độ chùng thì đủ nhỏ, để mà $L_c \approx L_\ell$, thì trọng lượng trong nước của mỗi đoạn giềng giữa hai phao sẽ là:

$$Q_\ell = F_s \cdot L_c = 0,2 \times 70 = 14 \text{ kg}$$

Với mức an toàn tăng thêm 50%, Lực nổi của phao sẽ là:

$$Q_f = 1,5 \times Q_\ell = 1,5 \times 14 = 21 \text{ kg}$$

Lưu ý rằng, ta có thể dùng nhiều phao loại nhỏ hơn nhưng có tổng lực nổi bằng với lực nổi trên để cải thiện độ chùng của viên phao.

Thí dụ 2.15

Tấm đăng của lưới đăng có độ cao 10 m được đặt nơi có độ sâu 7 m. Tìm lực nổi của giềng phao Q_f và lực chìm do đá dẫn F_s , đảm bảo giềng phao không bị chìm xuống và giềng chì không bị nâng lên khi áp lực dòng chảy lên tấm đăng là $0,6 \text{ kg/m}^2$.

Giải:

Ta hãy xem mặt cắt ngang của tấm đăng có dạng của $H. 2.23$ để mà lực nổi và lực chìm ở hai đầu dây (tại giềng phao và giềng chì) thì cân bằng với áp lực thủy động lên lưới. Theo công thức (2.34) ta có:

$$F_f = F_s = T_x = T_0$$

Bởi mặt cắt có dạng parabol, nên công thức (2.33) có thể được áp dụng. Nhưng trước hết ta cần tính độ võng b ($H. 2.24$). Chiều dài dây cung L_c thì bằng với độ sâu nước và chiều dài L_ℓ thì bằng với chiều cao tấm lưới, ta được: $L_c/L_\ell = 7/10 = 0,7$. Tra *Bảng 2.8* cho dây parabol ta được $b/L_\ell = 0,33$, suy ra được: $b = 0,33 \times 10 = 3,3 \text{ m}$.

Áp dụng công thức (2.33) để tính lực nổi của phao và lực chìm tối thiểu của đá dẫn trên 1m chiều dài tấm đăng sẽ là:

$$T_0 = F_f = F_s = \frac{F_x \cdot L_c^2}{8 \cdot b} = \frac{0,6 \cdot (7)^2}{8 \cdot (3,3)} = 1,1 \text{ kg/m}$$

Ngoài các phương pháp tính toán nêu trên, ta còn có thể áp dụng các phương pháp đồ họa để giải những bài toán tương tự hoặc có thể còn phức tạp hơn thế nữa.

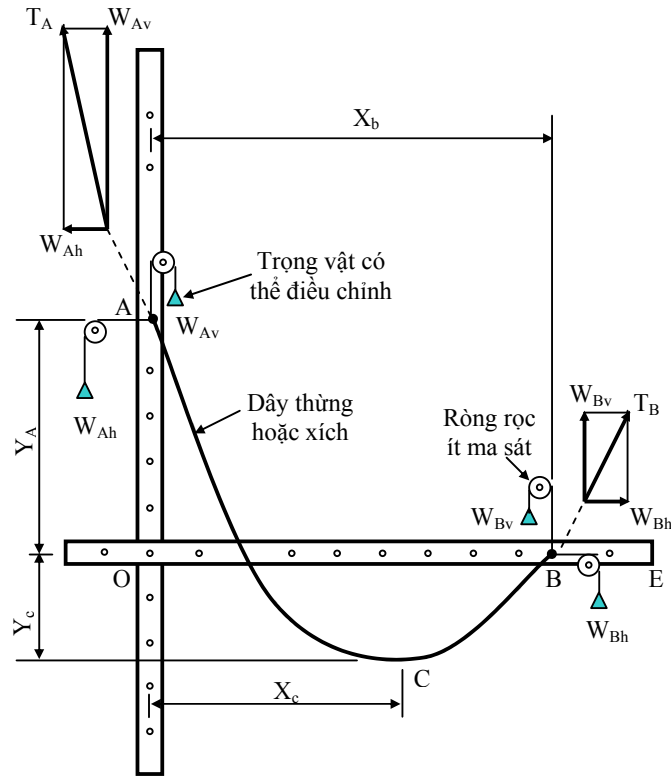
2.2.4 Tính toán hình dạng và sức căng dây giềng bằng phương pháp mô phỏng cơ học

Phương pháp đồ họa thì rất hữu ích cho những trường hợp phức tạp, chẳng hạn khi có ngoại lực tác dụng lên dây thì không đồng nhất, khi điểm chịu lực tác động và điểm đảm bảo độ bền cho dây thì có độ cao khác nhau và có nhiều hơn một đường dây.

Một trong những công cụ đơn giản để tính toán theo phương pháp mô phỏng lực học là lắp một bộ khung có hai thanh gỗ $H. 2.26$. Đối với dây xích nặng thì để đảm bảo đầu xích luôn ở vị trí A và B thì cần có trọng vật. Trọng vật tượng trưng cho các lực thẳng đứng được phân bố đều dọc theo chiều dài của dây, để khi khung gỗ được dựng đứng dưới tác dụng trọng lực, dây sẽ tạo ra đúng như dạng dây xích treo. Như thế, đường dây treo sẽ là mô hình cơ học của một dây thừng đang làm việc ngoại thực tế.

Để có thể đánh giá sức căng tại điểm B, đầu dây xích cần được giữ tại thanh ngang OE bởi một đối trọng có thể điều chỉnh (W_{Bh}) kéo thẳng đứng xuống và đối trọng điều chỉnh khác (W_{Bv}) kéo theo phương ngang để điểm B luôn ở vị trí cố định. Giá trị của W_{Bh} và W_{Bv} là tượng trưng cho sức căng ngang và đứng của đường dây tại vị trí B. Ta

cũng có thể áp dụng kỹ thuật tương tự tại điểm A để được tính thành phần sức căng tại đó.



H 2.26 - Khung đứng để nghiên cứu mô phỏng cơ học

Độ lớn của các sức căng này và góc hợp giữa đầu dây và véc-tơ chịu tải đứng được xác định là: $T\sqrt{W_h^2 + W_v^2}$ và $tg\alpha = \frac{W_b}{W_v}$

ở đây: T - là sức căng theo phương hợp với góc tang α của đường cong; W_h và W_v - là 2 thành phần của sức căng này theo phương ngang và phương đứng. Dĩ nhiên là các kết quả này chỉ áp dụng cho mô hình cơ học.

Điều kiện cần thiết để chuyển kết quả thí nghiệm mô hình cho đúng với thực tế thì cần phải giữ các kích thước thực tế theo đúng tỉ lệ mô hình thí nghiệm. Đó là:

$$S_L = \frac{L_p}{L_m} = \frac{X_p}{X_m} = \frac{Y_p}{Y_m} \quad (2.42)$$

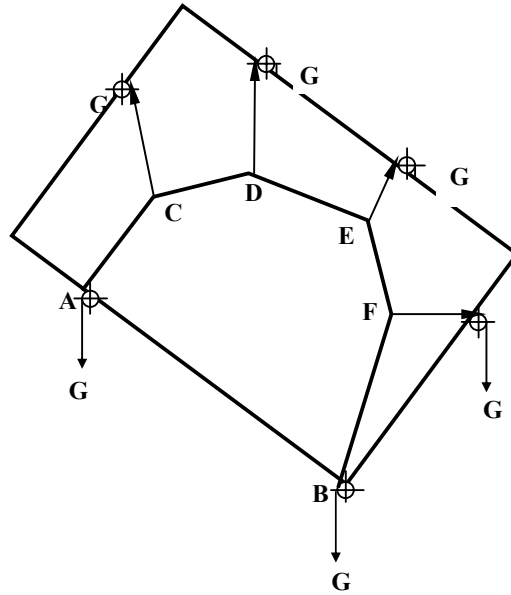
Nếu điều kiện này được thoả mãn, khi đó tất cả các lực (lực cản, sức căng và ứng lực) R_p và T_p tác dụng lên dây thừng, dây chỉ se xoắn,...sẽ cũng tương quan với các lực R_m và T_m theo cùng tham số tỉ lệ lực S_F . Do vậy:

$$S_F = \frac{R_p}{R_m} = \frac{X_p}{X_m} = \frac{Y_p}{Y_m} \quad (2.43)$$

Chú rằng rằng tải lực trên một đơn vị sẽ là tham số tỉ lệ là S_F/S_L . Các tham số tỉ lệ S_L và S_F có thể tùy chọn sao cho thuận lợi.

Thí dụ 2.16

Một sợi cáp có chiều dài $L_p=70\text{ m}$ cố định tại 2 điểm: A và B (H 2.27). Điểm A cao hơn B là $Y_A=25\text{ m}$. Khoảng cách ngang giữa A và B là $X_B=43\text{ m}$. Trọng lượng của một mét cáp trong nước là $F_s=0,5\text{ kg/m}$. Dùng kỹ thuật mô phỏng cơ học để xác định vị trí C của điểm thấp nhất của đường dây và các sức căng tại các điểm của gối đỡ A và B.



H 2.27 - Bảng gố nằm ngang cho nghiên cứu mô phỏng cơ học

Giải:

Chọn tham số tỉ lệ chiều dài là $S_L=100$, chiều dài dây xích cho mô hình theo công thức (2.42) là $L_m=L_p/S_L=70/100=0,7\text{ m}$. Cắt một đoạn xích có chiều dài $0,7\text{ m}$, cân nặng được $R_m=12,8\text{ g}$. Lắp một tấm bảng khung và xác định các điểm A và B theo đúng với tham số tỉ lệ $S_l=100$, nghĩa là điểm A cao hơn điểm B là $0,25\text{ m}$ và cách B là $0,43\text{ m}$ theo phương ngang.

Cài một đĩa cân trọng lượng bởi một sợi dây mềm, nhẹ ở mỗi đầu dây xích và mắc qua một ròng rọc gần điểm A và B. Điều chỉnh trọng lượng trong các đĩa cân mãi đến khi các đầu xích trùng chính xác tại các điểm A và B. Các trọng lượng này khi đó bằng với sức căng tại điểm A là $T_{AM}=9,2\text{ g}$; và tại điểm B là $T_{Bm}=4,6\text{ g}$. Các tọa độ tại điểm C trong mô hình xích được đo trực tiếp là $X_{Cm}=0,26\text{ m}$ và $Y_{Cm}=0,12\text{ m}$.

Bởi tham số tỉ lệ được chọn là 100, tọa độ của điểm thấp nhất trong dây sẽ là:

$$X_{Cp} = X_{Cm} \cdot S_L = 0,26 \times 100 = 26\text{ m}$$

$$Y_{Cp} = Y_{Cm} \cdot S_L = 0,12 \times 100 = 12\text{ m}$$

Tổng lực chìm trên dây sẽ là: $R_p = F_s \cdot L_p = 0,5 \times 70 = 35\text{ kg}$

và tổng trọng lượng của xích là $12,8\text{ g}$. Do đó, tham số tỉ lệ đối với các lực từ công thức (2.43) là: $S_F = 35/0,0128 = 2734$ và các sức căng ở hai đầu dây sẽ là:

$$T_{Ap} = T_{AM} \cdot S_F = 0,0092 \times 2734 = 25,2\text{ kg}$$

$$T_{Bp} = T_{Bm} \cdot S_F = 0,0046 \times 2734 = 12,6\text{ kg}$$

Hình 2.27 đã chỉ cho thấy là làm thế nào những vấn đề về hình dạng và sức căng của dây có thể được giải quyết trên một bảng nằm ngang. Ở đây các ngoại lực được mô phỏng không phải bằng trọng lượng như của mô hình xích hoặc thùng, nhưng với

sự hỗ trợ của các trọng lượng mà tác động của nó được truyền đến mô hình ở các điểm A, C, D, E, F, B bởi các dây phụ trợ mắc qua các ròng rọc ma sát nhỏ. Mô hình (xích hoặc dây) được đặt trên tấm bảng gỗ dưới tác động của các trọng lượng này sẽ đạt được hình dạng xấp xỉ như dây chịu tải tương tự.

CHƯƠNG 3.

KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH NGƯ CỤ

3.1 Giới thiệu

Các phần trong ngư cụ thì đa dạng và phức tạp, vì thế các phương pháp được dùng để ước lượng chúng thì thường dựa trên phân tích đã đơn giản hóa bớt những gì nó thật sự thể hiện. Tuy nhiên, do sự đơn giản hoá này, thường các hiện tượng quan trọng có thể bị vô tình bỏ qua. Mặt khác, trong nhiều trường hợp lý thuyết tính toán cho chúng cũng chưa được đầy đủ. Do vậy, để đạt kết quả có thể tin cậy, các phương pháp thí nghiệm mô hình thì thường được dùng để chọn lựa thành phần nào thuận về khai thác để lập nên các bản vẽ kỹ thuật đối với ngư cụ và để tính toán các mối quan hệ có chi phối đến ngư cụ trong quá trình hoạt động. Vì thế có nhiều mô hình mô phỏng đã được ứng dụng trên cơ sở thiết bị có thể quản lý được (Fridman, 1973).

Kiểm định mô hình là phương pháp đã được áp dụng trong nhiều lãnh vực khoa học, công nghệ. Nó không chỉ là thuận lợi và rẻ hơn cho nghiên cứu các hiện tượng, mà còn là cách duy nhất để nghiên cứu với các vật thể lớn. Đối với ngư cụ, kỹ thuật kiểm định mô hình có thể được dùng để giải quyết cho một loạt các vấn đề, chẳng hạn: giúp đánh giá hình dạng không gian của ngư cụ; giúp đánh giá lực cản và các hệ số thủy động lên lưới, thùng và thiết bị; giúp giải quyết các vấn đề liên quan đến việc kiểm soát ngư cụ trong quá trình khai thác và trong khi tàu đang di chuyển; và còn nhằm mục đích cải tiến các thiết bị điều khiển ngư cụ.

Nghiên cứu mô hình còn được dùng để đánh giá các biến động trong thi công ngư cụ, để chỉ ra chỗ nào là tốt nhất cho thiết kế mẫu đầu tiên, và cho những nghiên cứu tiếp sau với các kiểu bố trí khác nhau, như: trong các bể kiểm định tàu, các máng nước, các ống khí động lực học; và các không gian nước mở như biển, hồ và ao. Đôi khi cả máng nước của nhà máy điện cũng có thể được dùng để kiểm định các mô hình ngư cụ.

3.2 Nguyên lý kiểm định mô hình

3.2.1 Đồng dạng hình học

Các kiểm định mô hình đều được dựa trên nguyên lý về đồng dạng giữa nguyên mẫu và mô hình của nó. Trước hết, mô hình và nguyên mẫu cần phải tương đồng về hình dạng. Hình 3.1 cho thấy hai tam giác đồng dạng hình học ABC và A'B'C' có các cạnh tương ứng cùng tỉ lệ chiều dài, nghĩa là:

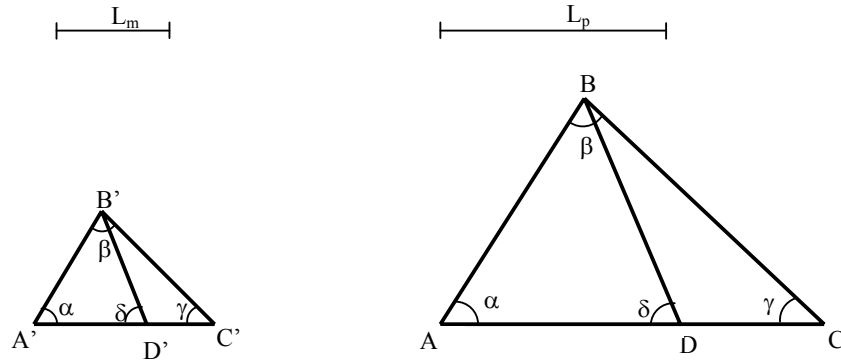
$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BC}{B'C'} = \frac{AC}{A'C'} = S_L$$

ở đây: S_L được gọi là hệ số tỉ lệ đồng dạng hình học.

Trong đồng dạng hình học, mỗi phần của hình này thì sẽ có một phần khác tương ứng đồng dạng với nó. Chẳng hạn, phần BD và B'D' là đồng dạng với nhau, vì thế tỉ lệ chiều dài thì như nhau cho tất cả các phần, nghĩa là:

$$\frac{BD}{B'D'} = S_L$$

và góc giữa chúng và các cạnh AC và A'C' thì như nhau. Tương tự, tất cả các góc được tạo thành từ các cạnh tương ứng thì bằng nhau trong hai tam giác.

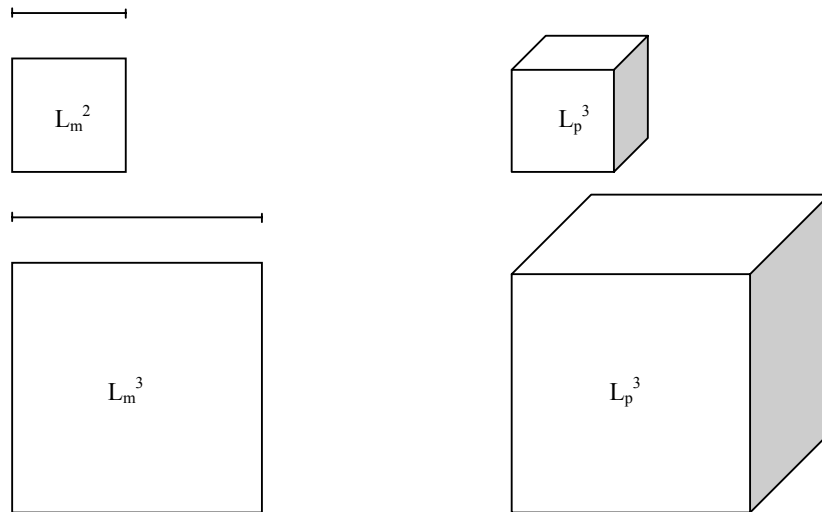


H 3.1 - Sự đồng dạng hình học giữa hai hình

Do vậy, trong đồng dạng hình học của 2 hình, cái này sẽ là mô hình của các kia, và phải thỏa mãn:

$$\frac{L_p}{L_m} = S_L \quad \text{và} \quad \alpha_p = \alpha_m \quad (3.1)$$

ở đây: L - là các kích thước; α - là góc; và các chỉ số dưới p và m chỉ định cho nguyên mẫu và mô hình.



H 3.2 - Tương đồng về kích thước, diện tích và thể tích

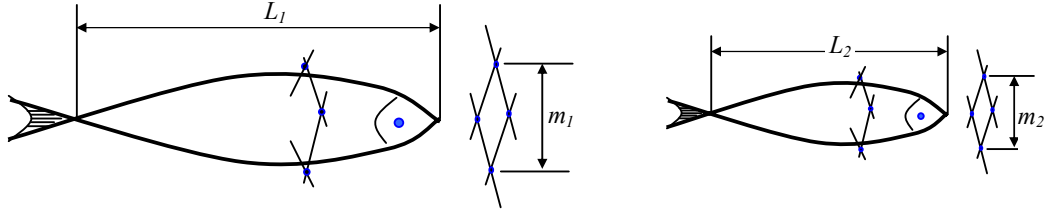
Ta dễ dàng thấy trong Hình 3.2 là tỉ lệ về đồng dạng diện tích giữa hai khối hình học, trong đó một cái là nguyên mẫu và cái kia là mô hình. Tỉ lệ đó là:

$$\frac{S_p}{S_m} = \frac{L_p^2}{L_m^2} = S_L^2$$

và tỉ lệ thể tích là:

$$\frac{V_p}{V_m} = \frac{L_p^3}{L_m^3} = S_L^3$$

Đồng dạng hình học thường được thấy phổ biến trong thực tế. Chẳng hạn, cá cùng loài, có nhóm tuổi khác nhau, sẽ có đồng dạng hình học nhất định nào đó (H 3.3).



H 3.3 - Đồng dạng hình học của cá và mắt lưới

Tương tự, mắt lưới dù có cỡ khác nhau nhưng nếu cùng hệ số rút gọn thì đồng dạng nhau. Giả sử ta chưa từng biết là lưới rê với cỡ mắt lưới m_1 sẽ bắt được nhiều nhất cỡ cá có chiều dài L_1 ; và cỡ mắt lưới L_2 sẽ bắt được nhiều nhất cỡ cá có chiều dài L_2 . Khi đó, theo nguyên lý đồng dạng hình học ta sẽ có:

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{m_2}{m_1}$$

Từ đây, ta có thể dự đoán chiều dài L_2 cho cỡ cá được bắt nhiều nhất với cỡ mắt lưới m_2 là:

$$L_2 = \frac{m_2}{m_1} . L_1$$

và cỡ mắt lưới tối ưu m_2 cho việc bắt cá có chiều dài L_2 cũng có thể được tính là:

$$m_2 = \frac{L_2}{L_1} . m_1$$

Các nhận định trên có thể được áp dụng nếu dữ liệu về tính chọn lọc lưới thực nghiệm thì sẵn có. Khi đó, giá trị của tỉ lệ $\frac{L_1}{m_1} = K_m$ thì được tính riêng cho từng loài cá, gọi là *tham số chọn lọc mắt lưới*. Từ đây, ta cũng có thể tính cho mắt lưới rê kéo căng (m_0) là:

$$m_0 = \frac{L}{K_m} \quad (\text{mm}) \quad (3.2)$$

ở đây: L - là chiều dài cá (mm); K_m - là tham số chọn lọc mắt lưới.

Thí dụ 3.1

Từ thí nghiệm đánh bắt lưới rê cho thấy cỡ mắt lưới kéo căng là $m_1 = 53$ mm thì bắt cá được nhiều nhất cá Trích có chiều dài $L_1 = 280$ mm. Hãy tìm chiều dài cá Trích L_2 để có thể bắt được nhiều nhất ứng với mắt lưới kéo căng là $m_2 = 47$ mm.

Giải:

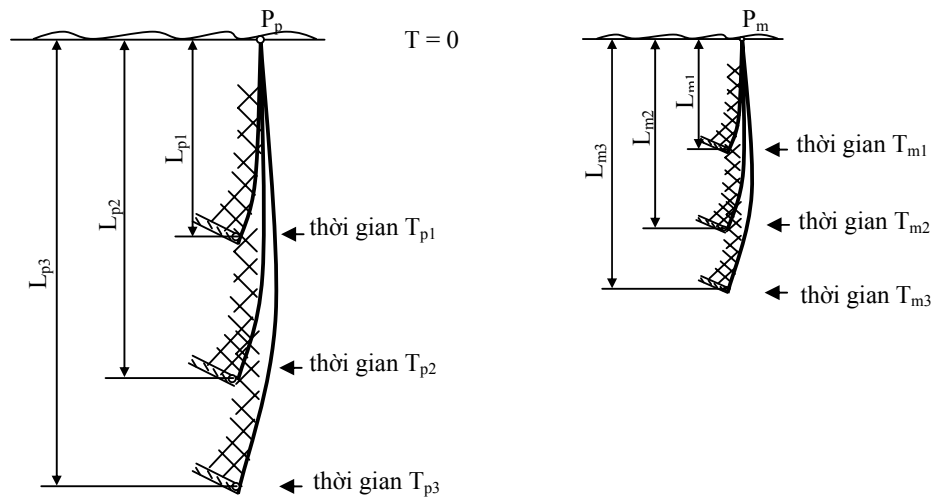
Áp dụng công thức quan hệ:

$$L_2 = \frac{m_2}{m_1} \cdot L_1$$

Chiều dài cá Trích bắt được nhiều nhất là: $L_2 = \frac{47}{53} \times 280 = 250 \text{ mm}$

3.2.1 Đồng dạng động học

Xét hai điểm tương ứng P_p và P_m trên giềng chì của lưới vây rút chì thực tế và mô hình của nó (H 3.4) khi được thả xuống nước. Trong quá trình làm việc, giềng chì của nguyên mẫu và mô hình đều chìm với tốc độ bằng nhau. Nhưng do độ lớn của từng phần tương ứng trong nguyên mẫu thì lớn hơn mô hình nên mất nhiều thời gian hơn để nguyên mẫu chìm hết độ sâu của nó so với mô hình. Vì thế, điểm P_p của nguyên mẫu chìm một khoảng cách L_{p1} trong thời gian T_{p1} ; và điểm P_m của mô hình chìm một khoảng cách L_{m1} trong thời gian T_{m1} . Nếu lưới của cả nguyên mẫu và mô hình giống nhau, khi đó các điều kiện: $\frac{L_{p1}}{L_{m1}} = S_L$ và $\frac{T_{p1}}{T_{m1}} = S_T$ thì sản có (ở đây L_1 là độ sâu được cho ở thời gian T_1).



H 3.4 - Đồng dạng động học của giềng chì lưới vây khi chìm trong nước

Thời gian tiếp theo, ứng với T_{p2} và T_{m2} , sẽ là: $\frac{L_{p2}}{L_{m2}} = S_L$ và $\frac{T_{p2}}{T_{m2}} = S_T$ (3.3)

Như vậy, các hệ số tỉ lệ về khoảng cách (S_L) và về thời gian (S_T) cũng đều không đổi. Kết quả, việc chìm của hai lưới vây đồng dạng (cái này là mô hình của cái kia) thì tương tự nhau về phương diện động học, nghĩa là có sự tương đồng cả về hình dạng và về vận động.

Do đó, đồng dạng động học giữa nguyên mẫu và mô hình có nghĩa là ngoài đồng dạng hình học thì cũng phải tương đồng về khoảng thời gian. Nói chung cả hai tỉ lệ đồng dạng: $\frac{L_p}{L_m} = S_L$ và $\frac{T_p}{T_m} = S_T$ đều phải thỏa mãn. Chia S_L cho S_T ta được:

$$\frac{S_L}{S_T} = \left(\frac{L_p}{T_p} \right) \left(\frac{T_m}{L_m} \right) = \frac{V_p}{V_m} = S_V$$

ở đây: V là vận tốc và cũng là tiêu chuẩn cho đồng dạng động học.

3.2.2 Đồng dạng lực học

Đồng dạng về lực học giữa ngư cụ nguyên mẫu và mô hình của nó chỉ khi cả hai phải tương đồng nhau về hình học, đồng thời cũng cùng tỉ lệ và phương tác động của lực.

Trong trường hợp các lực và các trạng thái cân bằng của chúng không đổi, nghĩa là khi ngư cụ và mô hình của nó cùng ổn định hoặc cùng vận động ổn định, khi đó được coi là *đồng dạng tĩnh*. Như vậy, đồng dạng lực học phải thỏa mãn các phương trình:

$$\frac{L_p}{L_m} = S_L \quad \text{và} \quad \frac{F_p}{F_m} = S_F \quad (3.4)$$

Điều này có nghĩa rằng, trong kiểm định mô hình, tất cả các lực tác động lên chúng dù là ổn định (chỉ chịu ảnh hưởng của lực trọng trường hoặc lực nổi) hay biến động (chịu ảnh hưởng của lực ma sát chất lỏng hoặc ma sát quán tính) phải được giảm so với lực nguyên mẫu F_p theo cùng tham số tỉ lệ. Thí dụ, lực nâng thủy tĩnh của một phao xốp và mô hình của nó khi cả hai chìm trong nước, là:

$$F_p = v_p \cdot (\gamma_p - \gamma_w)$$

$$F_m = v_m \cdot (\gamma_m - \gamma_w)$$

ở đây: F_p và F_m tương ứng là lực nâng của phao nguyên mẫu và mô hình của nó; v là thể tích của phao; γ_p và γ_m tương ứng là trọng lượng riêng (g/ml) của phao; γ_w là trọng lượng riêng của nước.

$$\text{Khi đó tham số tỉ lệ lực sẽ là: } S_F = \frac{v_p \cdot (\gamma_p - \gamma_w)}{v_m \cdot (\gamma_m - \gamma_w)} = \frac{L_p^3 (\gamma_p - \gamma_w)}{L_m^3 (\gamma_m - \gamma_w)}$$

Trường hợp đơn giản, cả hai phao được làm cùng nguyên liệu và được kiểm định cùng môi trường chất lỏng. Nghĩa là $\gamma_p = \gamma_m$ là hằng số, khi đó:

$$S_F = \frac{L_p^3}{L_m^3} \quad (3.5)$$

Kết hợp (3.5) với công thức đồng dạng hình học (3.1), ta sẽ được: $S_F = S_L^3$ đối với lực nổi.

Thí dụ 3.2

Có hai phao dạng thoi-ellip có cùng nguyên liệu, với các đường kính là $D_1 = 10$ cm và $D_2 = 7$ cm và cùng đồng dạng hình học. Hãy so sánh sức nổi và lực cản của chúng.

Giải:

Ta xem phao lớn hơn như là mô hình chưa theo tỉ lệ của phao nhỏ hơn và ta sẽ tìm tỉ lệ mô hình cho việc làm lớn thêm diện tích của nó (khi đó nó sẽ tỉ lệ với lực cản) và thể tích của nó (khi đó nó sẽ tỉ lệ với sức nổi). Ta biết rằng, tỉ lệ của các đường kính và của bất cứ kích thước tương ứng nào thì đều theo tham số tỉ lệ là:

$$S_L = \frac{D_m}{D_p} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{10}{7} = 1,4$$

và tỉ lệ của các diện tích A_m và A_p của hai phao là bình phương của tham số tỉ lệ kích thước, ở đây:

$$\frac{A_p}{A_m} = \frac{D_p^2}{D_m^2} = S_L^2 = \left(\frac{10}{7}\right)^2 \approx 2$$

và tỉ lệ của các thể tích V_m và V_p sẽ là lập phương của tham số tỉ lệ kích thước:

$$\frac{V_p}{V_m} = \frac{D_p^3}{D_m^3} = S_L^3 = \left(\frac{10}{7}\right)^3 \approx 3$$

Do vậy, ta có kết luận ở đây là: lực cản của phao nào lớn hơn sẽ là gấp 2 lần lực cản của phao nhỏ hơn; và sức nổi của phao lớn hơn sẽ gấp 3 lần sức nổi của phao nhỏ hơn, với các điều kiện khác thì bằng nhau. Ta có thể đạt được các kết quả này mà không cần phải các tính toán phức tạp về diện tích thật sự và thể tích của phao.

3.24 Đồng dạng động lực học

Ở những nơi mà có các cân bằng lực thay đổi theo thời gian, thì 3 biến số cần phải được tính tỉ lệ để có được đồng dạng động lực học là:

$$\frac{L_p}{L_m} = S_L; \quad \frac{T_p}{T_m} = S_T; \quad \frac{F_p}{F_m} = S_F \quad (3.6)$$

Các điều kiện của (3.6) chỉ được thỏa mãn khi có một sự đồng dạng vận động thay đổi theo thời gian giữa nguyên mẫu và mô hình, như khi tăng lên hoặc giảm xuống của tốc độ kéo hoặc thay đổi hướng kéo.

Nhưng nếu các đặc trưng của vận động là không đổi theo thời gian, chẳng hạn kéo lưới theo đường thẳng với tốc độ không đổi, thì các điều kiện cho trong (3.6) sẽ được đơn giản đi như khi áp dụng cho trường hợp đặc biệt (3.4).

Trong những tình huống phức tạp có thể cần phải xác định thêm một số biến số khác nữa như: khối lượng, tốc độ và gia tốc. Khi đó cần phải có sự so sánh mối quan hệ hằng số trong mỗi biến giữa mô hình và nguyên mẫu. Để cuối cùng đạt cho được các tỉ lệ đồng dạng về khối lượng, tốc độ và gia tốc,...

3.2.5 Tiêu chuẩn đồng dạng

Khi kiểm định mô hình được thực hiện đúng sẽ cho ta thông tin đáng tin cậy của nguyên mẫu về chất lượng và số lượng. Các điều kiện kiểm định mô hình cần phải thực hiện càng phù hợp càng tốt theo chế độ thí nghiệm mô hình, như: năng lượng tiêu tốn phải ít, tốc độ phải chậm và dễ dàng quan sát toàn bộ mô hình. Việc thiết kế, xây dựng đúng mô hình, bố trí thí nghiệm và ngoại suy các kết quả kiểm định mô hình đúng sẽ phải theo đúng với *nguyên lý đồng dạng*.

Như đã biết, nếu có sự đồng dạng giữa nguyên mẫu và mô hình, và nếu các tỉ lệ đồng dạng được thiết lập, khi đó các công thức dưới đây (3.7) có thể được áp dụng để chuyển đổi các kết quả thí nghiệm mô hình thành các dự đoán cho nguyên mẫu:

$$L_p = L_m \cdot S_L; \quad T_p = T_m \cdot S_T; \quad F_p = F_m \cdot S_F; \quad V_p = V_m \cdot S_V \quad (3.7)$$

Việc tìm đầy đủ các tham số tỉ lệ trong một tình huống phức tạp là một công việc rắc rối và tốn nhiều công sức. Trước hết, cần phải có đồng dạng về hình học giữa mô hình và nguyên mẫu; điều kiện này chỉ thỏa mãn nếu như mô hình được làm đúng như nguyên mẫu. Thứ hai, các đặc trưng cơ học về tính vận động của mô hình cũng cần phải tương tự nguyên mẫu. Tuy vậy, các điều kiện trên vẫn có thể xác định được nếu đứng về phương diện số học gọi là *tiêu chuẩn đồng dạng*.

Các tiêu chuẩn đồng dạng thì được đánh giá dựa trên các đặc điểm kỹ thuật của mô hình và việc bố trí thí nghiệm kiểm định mô hình. Thí dụ, chúng sẽ thiết lập tốc độ vận động của mô hình như là một hàm của: các kích thước, các tính chất vật lý của vật liệu mô hình, và các tính chất của môi trường kiểm định. Số tiêu chuẩn cần phải thỏa mãn đối với từng ngư cụ là khác nhau; và các điều kiện kiểm định mô hình khác nhau phụ thuộc vào vấn đề cần giải quyết.

Tiêu chuẩn đồng dạng được xác định bởi các biến số: kích thước vật lý của ngư cụ; tính vận động; và tính chất vật lý của môi trường chất lỏng. Thì số Reynolds sẽ là đại diện cho tính chất này.

Một khi đạt được đồng dạng giữa mô hình và ngư cụ, giá trị của một tiêu chuẩn đồng dạng tương ứng nào đó thì bằng nhau. Do đó, để đảm bảo sự đồng dạng cần phải chọn đúng các đặc trưng vật lý của mô hình và các điều kiện mà dưới các điều kiện này nó được kiểm định, để mà giá trị của bất cứ cặp tiêu chuẩn đồng dạng B tương ứng cho mô hình B_m và nguyên mẫu B_p là bằng nhau, nghĩa là:

$$B_m = B_p \quad (3.8)$$

Qui tắc theo công thức (3.8) là một tiêu chuẩn chung mà từ đây ta tìm ra tất cả các tiêu chuẩn cụ thể. Nhưng qui tắc này thì thường không dễ đạt được trong thí công mô hình, bởi các lý do thực tế như: thứ nhất, thiếu vật liệu thích hợp, hoặc thiếu điều kiện kiểm định. Thứ đến, các giá trị số học của tiêu chuẩn đồng dạng của mô hình cũng không bằng nhau đối với nguyên mẫu hoặc tất cả các điều kiện được diễn tả bởi công thức tỉ lệ (3.7) cũng không thể đồng thời thỏa đáng. Thỉnh thoảng, cả hai thiếu sót cùng xảy ra đồng thời.

Tuy vậy, dù có bất cứ sự khác biệt nào tồn tại, thì một vài sai lệch so với qui tắc đồng dạng cũng có thể được chấp nhận, khi đó điều kiện *đồng dạng xấp xỉ* có thể được áp dụng. Khi kiểm định mô hình được tạo dựng dưới những điều kiện xấp xỉ như thế, thì mức sai lệch do "xấp xỉ" cũng cần phải được đánh giá, được gọi là đánh giá *ảnh hưởng tỉ lệ*. Để cuối cùng, các tham số của ảnh hưởng tỉ lệ sẽ được sử dụng để hiệu chỉnh các kết quả của kiểm định mô hình.

3.3 Các đánh giá về tính đồng dạng trong thí công và kiểm định mô hình ngư cụ

Các bước cơ bản trong kiểm định mô hình ngư cụ là: (i) đánh giá các tham số cấu trúc của mô hình để thí công; (ii) đo các biến của mô hình trong thí nghiệm; (iii) ngoại suy dữ liệu mô hình cho thí công ngư cụ đánh bắt. Tất cả các bước này cần phải theo tiêu chuẩn về đồng dạng. Tuy nhiên, ta biết rằng thành phần chủ yếu của ngư cụ là lưới và các phụ tùng của nó (dây viền, các ma ní, khoá xoay,...) nên việc tạo dựng các mô hình có đầy đủ như thế thì khá là phức tạp. Tuy vậy, mô hình không nhất thiết phải là một bản sao của nguyên mẫu với tỉ lệ nhỏ chính xác như thế.

3.3.1 Điều kiện đồng dạng

Để mô hình và nguyên mẫu được xem là đồng dạng theo Fridman (1973) phải thỏa mãn 6 điều kiện như sau:

- 1) Các đường viền trong bản vẽ mô hình phải *đồng dạng về hình học* và các tỉ số diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ phải bằng với tỉ số của nguyên mẫu, nghĩa là: $E_{sm} = E_{sp}$.
- 2) Các *điều kiện biên* trong thí nghiệm mô hình so nguyên mẫu khi có dòng chảy nên theo tiêu chuẩn đồng dạng thủy động lực đã có trong thực tế.
- 3) Các *điều kiện ban đầu* của vận động (hình dạng, tốc độ, hướng ở thời điểm $T = 0$) của mô hình và nguyên mẫu cũng phải theo tiêu chuẩn đồng dạng đã có trong thực tế.
- 4) Các *tham số tỉ lệ* của các lực tác động lên mô hình và nguyên mẫu, kể cả lên các phụ tùng, cần phải giống nhau về tất cả các lực, nghĩa là: $F_m/F_p = \text{hằng số}$. Ví thế, *số Newton* (Ne) (xem mục 3.4.5) phải là như nhau đối với cả hai mô hình và nguyên mẫu, nghĩa là: $Ne_m = Ne_p$.
- 5) Với các phụ tùng tương đối nặng (cáp, xích,...) ở đó lực trọng trường cũng là một nhân tố ảnh hưởng thì *số Froude khái quát* (Fr) (xem mục 3.4.6) phải như nhau ở cả mô hình và nguyên mẫu, nghĩa là: $Fr_m = Fr_p$.
- 6) Trường hợp có sự vận động tăng hoặc giảm tốc thì *số Strouhal* (Sr), (xem mục 3.4.7) cũng phải bằng nhau, nghĩa là: $Sr_m = Sr_p$ đối với đồng dạng động lực học.

3.3.2 Đồng dạng hình học

Trong thiết kế mô hình, đồng dạng hình học so với nguyên mẫu thì được xét qua các kích thước tổng. Tuy nhiên, ta có thể sử dụng tham số về *cỡ mắt lưới* (m), *độ thô* (D_l) và *hệ số rút gọn* (U) để tính tỉ số diện tích phần chỉ chiếm chỗ (E_s) của cả hai mô hình và nguyên mẫu là bằng nhau, nghĩa là: $E_{sm} = E_{sp}$. Áp dụng công thức (2.9), ta có:

$$E_{sm} = \frac{E_{km} \cdot D_{lm}}{E_{um} \cdot m_{1m}} = \frac{E_{kp} \cdot D_{lp}}{E_{up} \cdot m_{1p}} = E_{sp} \quad (3.9)$$

ở đây: $m_l = 2a$ là kích thước 2 cạnh mắt lưới kéo căng.

Tỉ số diện tích chỉ lưới chiếm chỗ (E_s) mà ở đó các lực thủy động trên một đơn vị diện tích lưới phụ thuộc vào nó có thể đạt được bởi các kết hợp của m_l , D_l , E_k và E_u khác nhau. Điều kiện này sẽ đơn giản bớt đi việc chuẩn bị cho lưới mô hình bởi không nhất thiết phải dùng lưới có cỡ mắt lưới quá nhỏ và mịn. Thậm chí lưới mô hình cũng có thể làm giống như lưới nguyên mẫu.

Từ công thức (3.9), chia biểu thức thứ 2 cho biểu thức thứ 3, ta được tiêu chuẩn đồng dạng hình học cho lưới.

$$\frac{D_{lp}}{D_{lm}} \cdot \frac{m_{1m}}{m_{1p}} \cdot \frac{E_{um}}{E_{up}} = 1 \quad (3.10)$$

Trong nhiều loại ngư cụ, các phần lưới khác nhau thường có cỡ mắt lưới, độ thô và hệ số rút gọn khác nhau. Do đó, để giảm bớt việc tính toán, các giá trị khái quát tương đương cho D , m , và E mà chúng đặc trưng cho toàn bộ lưới như thể tất cả chúng làm cùng loại lưới, thì cũng có thể được áp dụng. Khi đó, trung bình cho mỗi tham số của

tổng k tấm lưới được cân theo diện tích chỉ (S_i) của mỗi tấm nên được áp dụng. Ở đây D_i , m_i , và E_i là các giá trị của các tham số trong tấm lưới thứ i , các giá trị trung bình trọng lượng được định nghĩa sau:

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^k D_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (3.11); \quad \overline{m} = \frac{\sum_{i=1}^k m_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (3.12); \quad \overline{E} = \frac{\sum_{i=1}^k E_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (3.13)$$

Thí dụ 3.3

Tính đường kính trung bình của chỉ lưới hình nón cụt và hình trụ trong thí dụ 2.5.

Giải:

Đối với hình nón cụt đường kính chỉ lưới là $D_{tc} = 1,5$ mm và diện tích chỉ là $S_{tc} = 20,6$ m². Đối với lưới hình trụ, đường kính chỉ lưới là $D_{l0} = 2,1$ mm và diện tích chỉ lưới là $S_{l0} = 40,7$ m². Do đó, đường kính trung bình của các loại chỉ trong toàn bộ lưới là:

$$\overline{D}_i = \frac{(1,5 \times 20,6) + (2,1 \times 40,7)}{20,6 + 40,7} = 1,9 \text{ mm}$$

Các tham số trung bình này có thể được sử dụng để tìm ra các tham số tỉ lệ theo yêu cầu của tiêu chuẩn (3.10). Vậy:

$$\text{Tham số tỉ lệ đối với đường kính chỉ lưới là: } S_D = \overline{D}_p / \overline{D}_m \quad (3.14)$$

$$\text{Tham số tỉ lệ đối với cỡ mắt lưới là: } S_m = \overline{m}_p / \overline{m}_m \quad (3.15)$$

$$\text{Tham số tỉ lệ đối với hệ số rút gọn là: } S_E = \overline{E}_p / \overline{E}_m \quad (3.16)$$

Các tham số tỉ lệ này có thể được chọn làm các tham số thiết kế cho lưới mô hình, để duy trì tính không đổi của các diện tích lưới và tỉ số diện tích phần chỉ lưới chiếm chỗ cho cả hai mô hình và nguyên mẫu.

Tuy nhiên người ta thường chọn hệ số rút gọn (U) của mô hình là giống với nguyên mẫu, bởi hệ số rút gọn có thể ảnh hưởng đến hình dạng của mô hình trong quá trình hoạt động.

Nếu mô hình kiểm định là quá nhỏ, khi đó chỉ các phần chính của mô hình được kiểm định, chẳng hạn: bộ lưới kéo không cần dây giềng quét và cáp.

3.3.4 Điều kiện biên

Khoảng cách giữa ngư cụ đến đáy biển (hoặc mặt nước) có thể ảnh hưởng đến hình dạng, độ lớn và hướng của các lực tác động lên ngư cụ. Chẳng hạn, lưới kéo nếu được kéo gần bề mặt của nước có thể gây ra sóng, làm tăng lực cản thủy động. Nhưng nếu được kéo ở độ sâu đủ lớn thì sóng sẽ không có và lực cản cũng giảm đi. Gần đáy biển, lực cản thủy động cũng sẽ tăng lên, và nếu lưới kéo chạm sát đáy thì lực cản ma sát sẽ xuất hiện. Vì thế, các điều kiện biên như gần bề mặt hoặc gần đáy sẽ ảnh hưởng đến hình dạng của lưới kéo khi chúng được kéo ở đó.

Do đó, trong kiểm định mô hình, các điều kiện biên cần được mô phỏng đúng với những gì nguyên mẫu gặp phải. Các điều kiện biên này có thể đạt được bằng cách giữ khoảng cách giữa mô hình và biên theo đúng tỉ lệ như nguyên mẫu ở nơi nào có thể

giữ được. Do vậy, trong bố trí kiểm định các điều kiện biên nên được xem xét khi chọn tỉ lệ của mô hình. Tương tự, các khung lưới khi vận động hoặc cố định, và các phụ tùng mô hình làm việc trong điều kiện có dòng chảy cũng nên xem xét các điều kiện biên.

Một vài trường hợp, ở đó khoảng cách giữa nguyên mẫu và các biên của nó khá lớn, thì khoảng cách giữa mô hình và biên của nó có thể được làm nhỏ hơn so với tỉ lệ của nguyên mẫu mà vẫn không bị ảnh hưởng của điều kiện biên. Tuy nhiên, một số ngư cụ như: câu, lưới cào, lưới rùng khi làm mô hình nên có các điều kiện biên như đúng thực tế làm việc của nó.

Lưới thì ít bị ảnh hưởng điều kiện biên bởi dòng chảy không chỉ bao quanh mà còn chui qua lưới, nhưng đối với các phụ tùng cứng, đặc thì có thể bị ảnh hưởng của điều kiện biên. Thí dụ, đối với diện tích của mô hình ván lưới kéo không nên vượt hơn 3% diện tích mặt cắt của máng thí nghiệm, nhưng các mô hình lưới thì mặt cắt trực diện của lưới có thể lớn hơn 15 % mặt cắt ngang của máng thí nghiệm.

3.3.5 Điều kiện ban đầu đối với các ngư cụ vận động

Điều kiện ban đầu cũng là một nhân tố ảnh hưởng khi các biến thể hiện trạng thái của ngư cụ bị thay đổi trong quá trình thí nghiệm, như khi vận động không ổn định. Thí dụ, trong quá trình kéo lưới đáy, các biên của nó như: hình dạng, lực cản, độ sâu đặt lưới, đường đi và tốc độ thường được giữ ổn định. Nhưng trong lưới kéo tầng giữa, do phải bám cho được đàn cá nên các biến này luôn thay đổi.

Trong nghiên cứu và chọn lựa sự vận động đúng cho mô hình thì nên chú ý các điều kiện ban đầu của nguyên mẫu, đó là: vị trí của bất cứ một điểm cần tham vắn nào (X_{0p}) và tốc độ cần tham vắn của nó (V_{0p}) tại thời điểm tham vắn (T_{0p}) vào lúc nguyên mẫu bắt đầu vận động. "*Tốc độ tham vắn*" là tốc độ ban đầu tại một điểm nào đó cần tham vắn trong ngư cụ, không nhất thiết phải là điểm trung tâm của ngư cụ. Các giá trị tương ứng giữa X_0 , V_0 , và T_0 của nguyên mẫu và mô hình nên theo các tỉ lệ hằng số, đúng với qui tắc đồng dạng mô hình, nghĩa là:

$$\frac{X_{0p}}{X_{0m}} = S_L; \quad \frac{V_{0p}}{V_{0m}} = S_V; \quad \frac{T_{0p}}{T_{0m}} = S_T$$

ở đây: S_L , S_V và S_T tương ứng là các tham số tỉ lệ về kích thước, vận tốc và thời gian.

3.3.6 Đồng dạng về lực

Tính tương đồng về hình học giữa mô hình và nguyên mẫu trong quá trình hoạt động chỉ có thể được đảm bảo khi tất cả các lực có liên quan F_i có cùng tỉ lệ, đó là:

$$\frac{F_{ip}}{F_{im}} = S_F$$

ở đây: F_i có thể biểu thị cho lực cản thủy động, hoặc trọng lượng lưới trong nước, hoặc sức nổi, hoặc lực ma sát ván trượt, v.v..

Tham số tỉ lệ của lực cản (S_F) được đánh giá theo *luật Newton*, luật này nói rằng: tỉ lệ của ứng suất do áp lực thủy động, hoặc số Newton áp dụng cho các diện tích chiếm chỗ của lưới, thì giống hệt nhau cho cả hai mô hình và nguyên mẫu. Số Newton để được giữ không đổi là

$$Ne = \frac{F.m}{\rho.V^2.L^2.D} \quad (3.17)$$

ở đây: F - là lực tác động lên ngư cụ; m - là cỡ mắt lưới; D - là độ thô chỉ lưới; ρ - là mật độ của chất lỏng; V - là vận tốc tương đối; và L - là kích thước đặc trưng cần tham vắn của ngư cụ (chẳng hạn, chiều dài viền chì của lưới kéo). Việc chọn các kích thước đặc trưng tham vắn của ngư cụ cần phải như nhau đối với cả mô hình và nguyên mẫu.

Luật Newton (3.17) cho ta tiêu chuẩn đồng dạng của các lực thủy động lên cả nguyên mẫu và mô hình. Tỉ lệ của các lực này, nghĩa là, tham số tỉ lệ lực cản thủy động, phải được dùng cho tất cả các lực khác tác động lên cả hai nguyên mẫu và mô hình, là phải cùng tỉ lệ. Luật Newton cần áp dụng ở những nơi lực cản thủy động là lực chính yếu gây ảnh hưởng đến ngư cụ, chẳng hạn khi ngư cụ được kéo, hoặc nơi dòng chảy đại dương ảnh hưởng đến hình dạng của lưới.

Từ (3.17) sự đồng dạng giữa nguyên mẫu và mô hình có thể được viết như sau:

$$\frac{F_p.m_p}{\rho_p.V_p^2.L_p^2.D_p} = \frac{F_m.m_m}{\rho_m.V_m^2.L_m^2.D_m}$$

chia biểu thức thứ 2 cho thứ 1, ta được:

$$\frac{F_p.m_p.\rho_m.V_m^2.L_m^2.D_m}{F_m.m_m.\rho_p.V_p^2.L_p^2.D_p} = 1 \quad \text{hay} \quad \frac{S_F.S_m}{S_\rho.S_V^2.S_L^2.S_D} = 1 \quad (3.18)$$

ở đây: các biến F , m , ρ , V , L , và D của (3.17) đều có thể được thay thế bởi các tham số tỉ lệ tương ứng của nó. Do vậy, tham số tỉ lệ về lực là:

$$S_F = \frac{S_\rho.S_V^2.S_L^2.S_D}{S_m} \quad (3.19)$$

Việc nghiên cứu mô hình có bao hàm nghiên cứu chuyển động ổn định của lưới kéo, hoặc của các ngư cụ khác thì có thể được tạo dựng theo luật Newton. Điều này rất hữu ích, bởi nếu các tỉ lệ đồng dạng được chọn theo cách (3.19) sẽ rất thuận lợi cho việc kiểm định.

Thí dụ 3.4

Hãy tính lực kéo cần thiết là bao nhiêu để kiểm định một mô hình lưới kéo tỉ lệ 5:1, vận động với vận tốc là 2:1. Lực cản và chiều dài của lưới kéo nguyên mẫu là $F_p = 8000$ kg và $L_p = 200$ m. Lưới thì giống nhau trong cả hai mô hình và nguyên mẫu.

Giải:

$$\text{Từ công thức (3.19) lực cản của mô hình là: } F_m = \frac{F_p}{S_F} = \frac{F_p.S_m}{S_\rho.S_V^2.S_L^2.S_D}$$

Theo các điều kiện của bài tập, ta có: $S_m = 1$; $S_\rho = 1$; $S_D = 1$; $S_V = 1$

$$\text{Vậy: } F_m = \frac{8000}{5^2 \times 2^2} = 80 \text{ kg}$$

Do đó, lực cần thiết để kéo được lưới kéo là 80 kg.

3.3.7 Đồng dạng về trọng lượng

Trong ngư cụ, trọng lượng phao có ảnh hưởng trực tiếp đến hình dạng và ảnh hưởng gián tiếp đến độ lớn của các lực thủy động và lực ma sát tác dụng lên ngư cụ.

Nếu ở đâu mà ảnh hưởng của trọng lượng là tương đối quan trọng, thì cần phải đảm bảo số *Froude* một khi áp dụng cho các vật thể đặc, rắn vận động trong chất lỏng phải hết nhau giữa nguyên mẫu và mô hình. Số *Froude* để được giữ là hằng số là:

$$Fr = \frac{\rho.V^2}{\gamma_b.L} \quad (3.20)$$

ở đây: ρ - là mật độ của chất lỏng; V - là vận tốc tương đối của vật thể qua chất lỏng; L - là kích thước chiều dài đặc trưng của ngư cụ (chẳng hạn, độ thô D_t của chi hoặc thùng); và γ_b là trọng lượng riêng nổi trên đơn vị thể tích của khối vật thể trong chất lỏng được cho. Tiêu chuẩn này yêu cầu tỉ lệ về lực thủy động đối với lực trọng trường là như nhau giữa nguyên mẫu và mô hình.

Fr trong công thức (3.20) gọi là số "*Froude khái quát*", nó khác với số *Froude* $Fr = V^2/(g.L)$ dùng cho các công trình cầu cảng, bởi vì đó là sự áp dụng đặc biệt khi có sóng hình thành gần một bề mặt tự do của chất lỏng, ở đó mật độ ρ và trọng lượng riêng γ của chất lỏng một tầm quan trọng. Ở đó, $\gamma/\rho = g$ là gia tốc trọng trường.

Theo định nghĩa về trọng lượng riêng nổi (γ_b), ta có:

$$\gamma_b = \frac{W_w}{V} \quad (3.21)$$

ở đây: W_w - là trọng lượng nổi của vật thể rắn, đặc trong chất lỏng; V - là thể tích phủ ngoài của vật thể (là tích số của tiết diện và chiều dài của chi hoặc thùng, chẳng hạn).

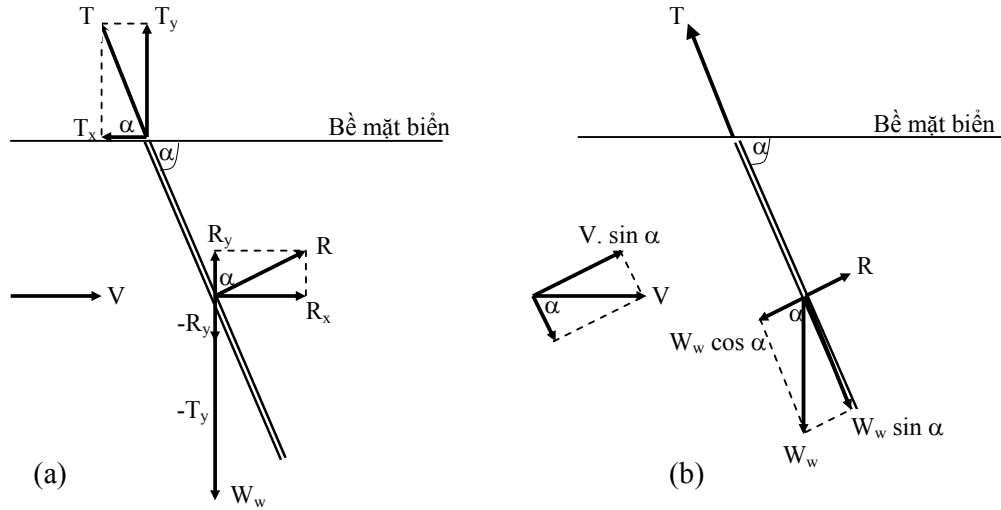
Đối với chi hoặc thùng thì γ_b cho dù có cùng nguyên liệu thì cũng không giống nhau bởi thường không đồng nhất về khối lượng hoặc cấu trúc (xem *Bảng 3.1*). Hơn nữa, γ_b cũng còn liên quan đến trọng lượng riêng của chất lỏng được kiểm định. Chẳng hạn, nếu ở trong nước thì trọng lượng của lưới gần như bằng với sức nổi chất lỏng và nó hơi nhẹ hơn một chút. Trong khi đó nếu kiểm định trong không khí (như trong ống gió) trọng lượng của lưới thì bằng mức trọng lượng bình thường của nó, bởi sức nổi thì không đáng kể. Do vậy, trong đánh giá ảnh hưởng của trọng lượng, thì việc kiểm định mô hình trong nước thường được ưa thích hơn, bởi ảnh hưởng của tỉ lệ sẽ nhỏ hơn. Thật ra, kiểm định mô hình trong các chất lỏng đậm đặc hơn (nước muối mặn) hoặc ít đậm đặc hơn (dầu lửa) cũng giúp đánh giá của ảnh hưởng trọng lượng lên ngư cụ rất tốt, một khi vật liệu mô hình không đạt tiêu chuẩn yêu cầu cho kiểm định trong nước.

Bảng 3.1 - Trọng lượng riêng nổi của một số vật liệu ngư cụ trong nước biển

Vật liệu	γ_b (kg/m ³)
Chỉ lưới rê và lưới vây polyamide (R300 tex đến R500 tex)	45-70
Các chỉ lưới kéo nặng, dẹt hoặc bền (R5 ktex đến R50 ktex)	65-85
Thùng polyamide, chu vi 25-60 mm (40-220 g/m)	75-85
Thùng polyester, chu vi 25-60 mm (50-250 g/m)	230-270
Cáp thép	3500-5000

Ảnh hưởng của trọng lượng trong nước lên cách thể hiện của một dây giềng treo lơ lửng một đầu trong dòng chảy được chỉ ra trong *Hình 3.15*.

Do bởi ảnh hưởng của các lực thủy động R và trọng lượng riêng của dây giềng trong nước (W_w), dây giềng sẽ hợp góc α giữa phương của nó và tốc độ dòng chảy. Góc α càng lớn hơn nếu dây giềng càng cứng hoặc lực thủy động càng nhỏ.



H 3.15 - Cân bằng của một dây giềng phụ thuộc vào lực trọng trường và lực thủy động

Hình 3.15a cho thấy, lực cản của dây giềng R_x thì bằng với thành phần sức căng ngang của nó tại điểm lơ lửng ($R_x = T_x$). Thành phần sức căng đứng của dây giềng tại điểm lơ lửng thì bằng trọng lượng của dây giềng trong nước trừ đi lực bồng thủy động của dây giềng ($T_y = W_w - R_y$).

Góc tổng α của dây giềng thì dễ dàng tìm thấy qua cân bằng các thành phần lực như trong H 3.15b, nghĩa là: $R = W_w \cos \alpha$.

Dựa trên nguyên lý dòng chảy chéo, Hoerner (1958) đã chứng minh được:

$$R = C_n \cdot L_\ell \cdot D_\ell \cdot \frac{\rho \cdot (V \cdot \sin \alpha)^2}{2} \quad (3.22)$$

ở đây: $C_n \approx 1,4$ là hệ số lực cản của dây giềng. Cân bằng hai biểu thức này cho R , ta có:

$$\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} - \cos \alpha = \frac{W_w}{L_\ell} \cdot \frac{2}{C_n \cdot D_\ell \cdot \rho \cdot V^2} \approx \frac{W_w}{L_\ell} \cdot \frac{1,4}{D_\ell \cdot \rho \cdot V^2} \quad (3.23)$$

ở đây: W_w/L_ℓ là trọng lượng trên đơn vị chiều dài của dây giềng trong nước, có thể được giải theo α .

Việc ước lượng thể tích bao phủ dây viền như là

$$v = (\pi/4) \cdot D_\ell^2 \cdot L_\ell \quad (3.24)$$

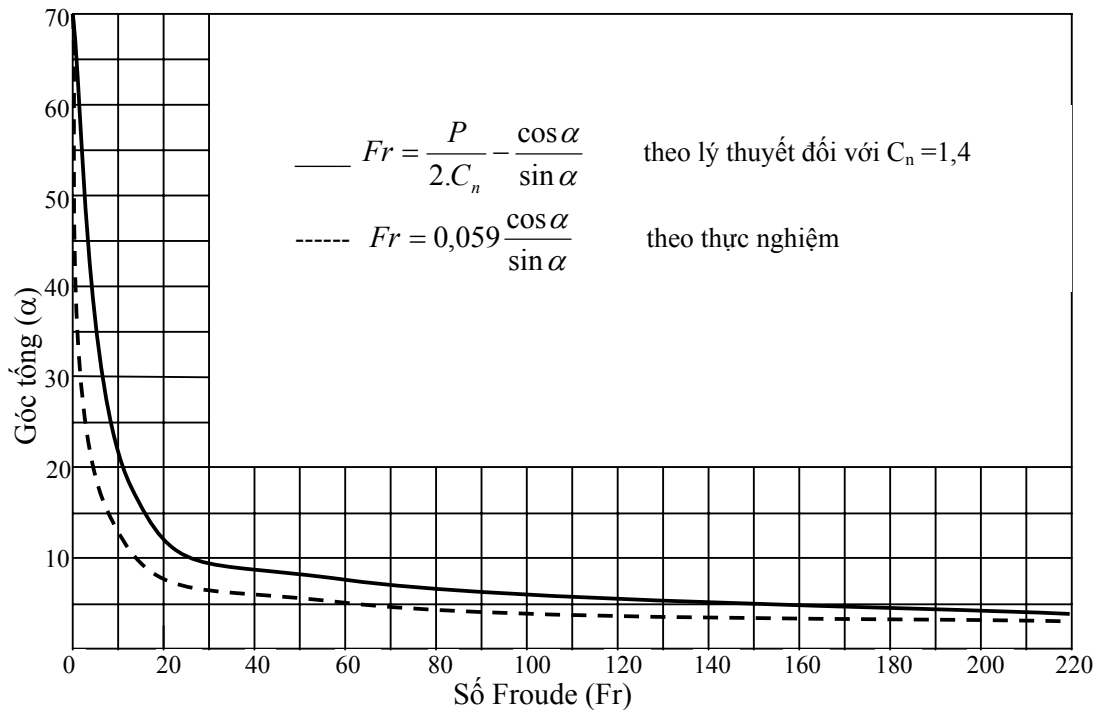
thì phương trình (3.21) áp dụng cho trọng lượng riêng của dây giềng là:

$$\gamma_b = 4 \cdot W_w / \pi \cdot D_\ell^2 \cdot L_\ell \quad (3.25)$$

Từ (3.23) và (3.25), loại bỏ W_w ta được:
$$\frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\pi \cdot \gamma_b \cdot D_l}{2 \cdot C_n \cdot \rho \cdot V^2}$$

và từ (3.20), ta có:
$$F_r = \frac{\rho \cdot V^2}{\gamma_b \cdot D_l} = \frac{\pi \cdot \cos \alpha}{2 \cdot C_n \cdot \sin^2 \alpha} \approx 1,12 \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \quad (3.26)$$

Đồ thị trong H 3.16 cho thấy sự phụ thuộc giữa α và số Froude khái quát. Rõ ràng là đối với $Fr < 100$ thì ảnh hưởng của trọng lượng lên hình dạng của lưới và thùng là đáng kể, khi đó số Froude cần phải được đánh giá khi định kiểm tra mô hình. Đối với $Fr > 100$ thì ảnh hưởng của trọng lượng lên hình dạng lưới và thùng có thể được bỏ qua. Chú ý rằng đối với dây giềng và chỉ, thì đường kính (D_l) là kích thước đặc trưng cho số Froude.



H 5.16 Sự phụ thuộc của Số Froude khái quát đến góc tổng của dây viên

Thí dụ 3.5

Tìm số Froude của cáp kéo bằng thép của lưới kéo có đường kính là 12,5 mm. Lưới được kéo với tốc độ 3 knots (1,54 m/s).

Giải:

Trước hết ta tìm γ_b . Theo dữ liệu của nhà sản xuất thì trọng lượng của 100 m dây cáp như thế trong không khí là $W = 54$ kg. Từ Bảng 2.1 hệ số chìm của thép là $E_\alpha = 0,86$. Do đó, trọng lượng của 100 m cáp trong nước theo phương trình (2.4) là:

$$W_w = E_\alpha \cdot W = 0,86 \times 54 = 46,4 \text{ kg}$$

Thể tích bao phủ (v) của cáp là tích số của tiết diện và chiều dài của nó, nghĩa là:

$$v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{\pi}{4} \times (0,0125)^2 \times 100 = 0,0123 \text{ m}^3$$

Khi đó, áp dụng (3.21) ta được:

$$\gamma_b = \frac{W_w}{v} = \frac{46,4}{0,123} = 3780 \text{ kg/m}^3$$

Chọn mật độ nước biển là: $\rho = 104,5 \text{ kg-sec}^2/\text{m}^4$, ta được số Froude theo (3.20) là:

$$Fr = \frac{\rho.V^2}{\gamma_b.D_l} = \frac{104,5 \times (1,54)^2}{3780 \times 0,0125} = 5,25$$

ở đây: kích thước đặc trưng là đường kính cáp. Ta có kết luận là, khi kiểm định mô hình thì số Froude của cáp này phải được xem xét đến.

Trong thực tế số Froude của lưới thì thường >100 ; và của thùng thì thường <100 . Thí dụ, lưới kéo trong nước thì gần như nhẹ hơn so với thực tế, nên số Froude có thể bỏ qua khi kiểm định mô hình của nó. Tuy nhiên, nếu lưới kéo có bao gồm cáp kéo thì nên được kiểm định cả số Newton (Ne) và số Froude (Fr), mỗi cái cần được kiểm định đồng dạng ở cả mô hình và nguyên mẫu. Nếu số Newton là tùy chọn, khi đó số Froude sẽ quyết định các điều kiện cho kiểm định mô hình.

Số Froude (3.20) nếu biểu diễn qua các tham số tỉ lệ, ta sẽ có tiêu chuẩn Froude cho tính đồng dạng là:

$$\frac{S_p.S_v^2}{S_\gamma.S_L} = 1 \quad (3.27)$$

Khi mô hình hoá cho dây cáp, chiều dài đặc trưng cho số Froude sẽ là đường kính ($L=D$) và tham số tỉ lệ về vận tốc sẽ là :

$$S_v = \sqrt{\frac{S_\gamma.S_D}{S_\rho}} \quad (3.28)$$

Lưu ý là vận tốc cho mô hình cần phải chọn phù hợp. Do đó, với S_v cần được xem xét theo công thức trên, còn các tham số tỉ lệ khác có thể dựa trên tiêu chuẩn Newton (2.18) để tìm ra các tham số cho mô hình.

Tình huống tương tự có thể xảy ra trong việc kiểm định thùng lưới kéo. Nếu thùng là thép hoặc xích, thì số Froude cũng cần được xét đến.

Thí dụ 3.6

Tính tốc độ kéo cần thiết để áp dụng vào kiểm định mô hình trong nước của lưới kéo với cáp thép có đường kính 6 mm. Biết rằng, lưới kéo nguyên mẫu được kéo với tốc độ 5 knots (2,57 m/s) bởi cáp có đường kính 24 mm. Giả sử rằng trọng lượng riêng nổi của cáp trong mô hình và nguyên mẫu là như nhau, nghĩa là: $S_\gamma = 1$.

Giải:

$$\text{Bởi vì } \rho_m = \rho_p \text{ nên } S_\rho = 1, \text{ từ công thức (3.28) ta có: } S_v = \sqrt{S_D} = \sqrt{\frac{24}{6}} = 2$$

$$\text{Vậy, tốc độ cho mô hình phải là: } V_m = \frac{V_p}{S_v} = \frac{2,57}{2} = 1,3 \text{ m/s}$$

3.3.8 Vận động không ổn định

Chủ đề này đã được giới thiệu trong mục 3.4.4 khi ta đánh giá các điều kiện vận động ban đầu đối với nguyên mẫu và mô hình của nó.

Lưới vây rút chì là điển hình cho kiểu vận động không ổn định này. Đặc trưng chủ yếu của vận động này phụ thuộc phần lớn vào lực trọng trường, lực này làm cho lưới chìm đến độ sâu đánh bắt của nó. Khi đó, cả 3 điều kiện đồng dạng, gồm: số *Newton* (Ne), số *Froude* (Fr) và số *Strouhal* (Sr) giữa mô hình và nguyên mẫu cần phải được thoả mãn, và chúng cũng phải bao gồm cả điều kiện ban đầu. Do đó, để đạt được các giá trị số học của các tiêu chuẩn đồng dạng này cần phải xem xét các tọa độ của điểm tham vắn (X_0) và tốc độ của điểm tham vắn này (V_0) vào thời điểm bắt đầu vận động ($T=T_0$). Nếu đồng dạng giữa nguyên mẫu và mô hình mà đạt được vào lúc bắt đầu của vận động, khi đó sự tương đồng này sẽ luôn được bảo toàn suốt quá trình vận động.

Đối với trường hợp vận động của lưới kéo trong *thí dụ* 3.6, tốc độ V_m của mô hình thì được chọn theo tiêu chuẩn Froude (3.28). Nhưng đối với lưới vây rút chì, tốc độ chìm của mô hình thì phụ thuộc vào hình dạng lưới, loại lưới và điều kiện vận động ban đầu. Từ (3.28) ta có tốc độ ban đầu của mô hình theo tiêu chuẩn Froude là:

$$V_{0m} = V_{0p} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot \frac{D_m}{D_p} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_m}} \quad (3.29)$$

và tại bất cứ thời điểm chìm nào, tốc độ chìm của mô hình sẽ là:

$$V_m = V_p \cdot \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot \frac{D_m}{D_p} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_m}} \quad (3.30)$$

Nếu mô hình được kiểm định trong nước và cùng nguyên liệu với nguyên mẫu ($S_\gamma=S_D=S_\rho=1$) nên $V_{0m}=V_{0p}$ và $V_m=V_p$. Để thoả mãn tiêu chuẩn Froude trong trường hợp này, tốc độ mô hình phải bằng tốc độ nguyên mẫu và $S_v = 1$.

Lúc bắt đầu vận động cũng là lúc lưới vây chạm mặt nước, khi đó sẽ phụ thuộc rất lớn vào các thành tố của hệ thống lưới, như: hệ số rút gọn, trọng lượng giềng chì, độ cao mạn tàu, tốc độ chìm ban đầu V_{0p} . Do vậy, để mô phỏng giống như hệ thống nguyên mẫu thì V_{0m} tính theo tiêu chuẩn Froude (3.29) phải được xem xét.

Theo tiêu chuẩn đồng dạng động lực học, thời gian tương ứng giữa mô hình và nguyên mẫu có thể được tính toán qua số *Strouhal* của cả mô hình và nguyên mẫu.

$$Sr = \frac{V \cdot T}{L} \quad (3.31)$$

ở đây: T là thời gian tính từ lúc bắt đầu.

Số Strouhal để được giữ không đổi có thể diễn tả như sau: $\frac{V_p \cdot T_p}{L_p} = \frac{V_m \cdot T_m}{L_m}$

ở đây: T_p và T_m là các thời gian tương ứng giữa nguyên mẫu và mô hình,

Hoặc có thể diễn tả về phương diện các tham số tỉ lệ là:

$$\frac{S_V \cdot S_T}{S_L} = 1 \quad (3.32)$$

Do vậy, theo tiêu chuẩn này, tham số tỉ lệ đối với thời gian là:

$$S_T = \frac{S_L}{S_V} \quad (3.33)$$

Trong các trường hợp trên, ở đó $S_V = 1$, nên công thức (3.33) yêu cầu rằng $S_T = S_L$, nghĩa là, tham số tỉ lệ thời gian thì phải bằng nhau tương ứng với các tham số kích thước. Nói chung, từ công thức (3.29) đến (3.33) thời gian đối với nguyên mẫu thì được cho theo:

$$T_p = T_m \cdot \frac{L_p}{L_m} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot \frac{D_m}{D_p} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_m}} \quad (3.34)$$

Do đó, nếu có sự thay đổi trong độ sâu của lưới vây mô hình H_m như là một hàm của thời gian T_m cho trước, ta dễ dàng tìm ra độ sâu H_p cho nguyên mẫu ở thời điểm tương ứng T_p . Giả sử rằng $S_H = S_L$, khi đó:

$$H_p = H_m \cdot S_L$$

Tương tự đặc tính như vậy, thì bán kính bao vây (r_p) của nguyên mẫu cũng có thể được tính tại bất kỳ thời điểm nào như sau.

$$r_p = r_m \cdot S_L$$

Thí dụ 3.7

Tại một bể thí nghiệm, người ta kiểm định mô hình lưới vây rút chì có $S_L = 100/1$, cùng nguyên liệu với nguyên mẫu và đã đạt được các dữ liệu về việc chìm của giềng chì như sau:

Thời gian	T_m (giây)	1	2	3	4
Độ sâu	H_m (m)	0,6	0,9	1,05	1,10

Hãy tính mức chìm đối với giềng chì nguyên mẫu.

Giải:

Trước hết để tìm thời gian tương ứng cho nguyên mẫu ta áp dụng công thức (3.34), ở đó dưới điều kiện được cho ta có: $\gamma_m = \gamma_p$; $D_m = D_p$ và $\rho_m = \rho_p$. Hệ quả là:

$$T_p = T_m \cdot S_L$$

Khi đó: $T_{p1} = 1 \times 100 \times 100$ giây = 1 phút 40 giây,

$T_{p2} = 2 \times 100 \times 200$ giây = 3 phút 20 giây,

$T_{p3} = 3 \times 100 \times 300$ giây = 5 phút,

$T_{p4} = 4 \times 100 \times 400$ giây = 6 phút 40 giây.

Độ sâu ở mỗi thời gian tương ứng thì được cho bởi: $H_p = H_m \cdot S_L$

như là: $H_{p1} = 0,6 \times 100 = 60$ m,

$H_{p2} = 0,9 \times 100 = 90$ m,

$H_{p3} = 1,05 \times 100 = 105$ m,

$H_{p4} = 1,10 \times 100 = 110$ m.

Vậy, độ sâu chìm của lưới vây rút chì nguyên mẫu phải là:

Thời gian:	T_p (giây)	1:40	3:20	5:00	6:40
------------	--------------	------	------	------	------

Độ sâu: H_p (m) 60 90 105 110

Để đảm bảo đồng dạng ban đầu giữa nguyên mẫu và mô hình, đặc biệt là trong hệ thống phức tạp như lưới vây rút chì đang hoạt động. Trước hết, hình dáng ban đầu của mô hình phải là bản sao chính xác của nguyên mẫu. Tiếp đến, các kích thước ban đầu của các phụ tùng L_0 có thể được chỉ định, chẳng hạn, khoảng cách giữa phao trung tâm lưới vây rút chì và người thao tác lưới vào lúc bắt đầu ($T = T_0$) của quá trình hoạt động lưới vây, Do đó, trong kiểm định mô hình, L_0/L cần phải được xác định đối với nguyên mẫu và mô hình là:

$$\frac{L_{0p}}{L_{0m}} = \frac{L_p}{L_m} \quad (3.35)$$

nên được hoàn thành. Khi đó,
$$L_{0m} = \frac{L_{0p} \cdot L_m}{L_p}$$

Trong việc lắp mô hình mà có phao và chì, tiêu chuẩn đồng dạng lực học cần phải được quan sát, nghĩa là:

$$F_m = \frac{F_p}{S_F}$$

ở đây: F_p là các lực từ việc lắp ráp, nó sẽ ảnh hưởng đến lưới vây nguyên mẫu. Giá trị S_F được xác định từ công thức (3.19) theo tiêu chuẩn Newton. Trong trường hợp đặc biệt này ở đây $S_p = S_D = S_m = S_v = I$,

$$S_F = S_L^2 \quad \text{và} \quad F_m = \frac{F_p}{S_L^2} \quad (3.36)$$

Tiêu chuẩn Newton trong (3.19) áp dụng cho cả nội và ngoại lực tác động lên ngư cụ. Do vậy, các lực tác dụng lên nguyên mẫu có thể được dự đoán qua các lực được đo đạc từ mô hình, nghĩa là:

$$F_p = F_m \cdot S_F \quad (3.37)$$

Đối với điều này, tính chất hoạt động của cả mô hình và nguyên mẫu càng đồng dạng càng tốt. Do đó, để thỏa mãn các điều kiện biên, các mô hình lớn sẽ được kiểm định ở biên, còn các mô hình nhỏ có thể được kiểm định trong bể (xem mục 3.3.5).

Thí dụ 3.8

Ứng suất tối đa trong cáp rút được giám sát suốt quá trình kiểm định lưới vây rút chì đã được mô tả trong thí dụ 3.7 và đã tìm thấy là 0,6 kg. Hãy tìm ứng suất trong cáp rút của nguyên mẫu.

Giải:

Áp dụng công thức (3.37), sức căng nguyên mẫu là:

$$F_p = F_m \cdot S_F$$

ở đây: theo (3.19) S_F trong trường hợp này là:

$$S_F = S_L^2 = 100^2 = 10\,000$$

Do đó, ứng suất tối đa trong cáp rút lưới vây nguyên mẫu sẽ là:

$$F_p = 0,6 \times 10\,000 = 6\,000 \text{ kg}$$

3.3.9 Ảnh hưởng tỉ lệ

Ảnh hưởng tỉ lệ được định nghĩa là sự khác biệt giữa các giá trị của các biến trong ngư cụ thật sự với các biến tương ứng được ước lượng từ kiểm định mô hình. Độ lớn của ảnh hưởng tỉ lệ lên các biến khác nhau phụ thuộc vào việc thiết kế, lắp ráp mô hình và tiến trình kiểm định. Đặc biệt là mức độ đồng dạng cỡ nào khi được quan sát.

Trong thực tế, tiêu chuẩn đồng dạng chỉ có thể thỏa mãn một phần nào đó thôi, hệ quả là có sự không thống nhất giữa các giá trị được tính toán từ kết quả kiểm định mô hình và các giá trị tương ứng được đo đạc từ ngư cụ thực tế.

Một trong những điều kiện thường được thấy đó là tiêu chuẩn Reynolds (đã được giải thích trong mục 2.1.2.5), tiêu chuẩn này đòi hỏi phải tương tự nhau về dòng chất lỏng, tỉ lệ của các lực quán tính chất lỏng đến các lực ma sát chất lỏng cần phải là như nhau trong mô hình và nguyên mẫu. Đó là:

$$Re = \frac{L \cdot V}{\nu} \quad (3.38)$$

ở đây: L - là một kích thước đặc trưng của ngư cụ; V - là tốc độ của ngư cụ trong nước; và ν - là hệ số nhớt động học của chất lỏng.

Nếu mô hình được kiểm định là cùng môi trường với nguyên mẫu, chẳng hạn là nước, khi đó: $\nu_p = \nu_m$ và $L_p \cdot V_p = L_m \cdot V_m$

Khi đó, theo tiêu chuẩn Reynolds, tốc độ của mô hình sẽ là:

$$V_m = \frac{V_p \cdot L_p}{L_m} \quad (3.39)$$

và tốc độ này cần phải cao hơn tốc độ nguyên mẫu bởi ngư cụ thực tế lớn hơn mô hình. Điều này thì không thể chấp nhận được bởi như thế mô hình sẽ sớm bị phá hỏng đi bởi các lực thủy động và các lực khác có liên quan trước khi nó đạt được tốc độ yêu cầu.

Tuy nhiên, khi xem xét cẩn thận vấn đề này có liên hệ với kết cấu của lưới đánh bắt, Fridman (1973) đã chỉ ra rằng, chính đường kính của chỉ (D_t), chứ không phải tổng kích thước lưới, nên được áp dụng trong số Reynolds như là một kích thước đặc trưng của ngư cụ. Khi đó, tiêu chuẩn Reynolds (3.38) đối với các yêu cầu lưới là:

$$Re_t = \frac{D_t \cdot V}{\nu} \quad (3.40)$$

ở đây: D_t là độ thô của chỉ nên tương tự nhau giữa nguyên mẫu và mô hình. Thế vào (3.39) ta được:

$$V_m = \frac{V_p \cdot D_p}{D_m} \quad (3.41)$$

Từ công thức (3.41) ta có tốc độ mô hình thấp hơn nhiều so với (3.39) và có thể thỏa mãn yêu cầu. Việc quan sát tiêu chuẩn đồng dạng liên quan đến tỉ số diện tích chiếm chỗ của chỉ lưới (xem mục 3.4 và 3.4.2) các mô hình có thể được làm cùng loại lưới như nguyên mẫu, dễ dàng thỏa mãn các điều kiện (3.40) và (3.41). Đặc biệt là, khi $D_m = D_p$ (3.41) chỉ ra rằng số Reynolds thì được thỏa mãn khi $V_m = V_p$, điều này thường là có thể được. Do vậy, việc cố gắng bảo toàn sự đồng dạng hình học theo cỡ mắt lưới

và độ thô chỉ lưới có thể dẫn đến kết quả là có khác biệt lớn theo tiêu chuẩn Reynolds nếu mô hình được làm cùng loại lưới với nguyên mẫu.

Thí dụ 3.9

Tìm số Reynolds cho lưới kéo khí đường kính trung bình của chỉ là $\overline{D_t} = 2,7 \text{ mm}$, tốc độ kéo là $V = 3,5$ hải lý/giờ và hệ số nhớt động học của nước là $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Giải:

Trước hết, ta đổi tốc độ hải lý/giờ thành m/s:

$$V = 3,5 \times 0,514 = 1,8 \text{ m/s}$$

và đường kính trung bình của chỉ thành mét:

$$\overline{D_t} = 2,7 \times 10^{-3} = 0,0027 \text{ m.}$$

Theo công thức (3.40), số Reynolds của chỉ se xoắn là:

$$Re_t = \frac{D_t \cdot V}{\nu} = \frac{1,8 \times 0,0027}{10^{-6}} = 4,9 \times 10^3$$

Một khi tiêu chuẩn Reynolds không được thỏa mãn, thì mức độ của ảnh hưởng tỉ lệ sẽ phụ thuộc cơ bản vào ảnh hưởng của số Reynolds lên độ lớn của các lực thủy động. Ảnh hưởng của tiêu chuẩn Re sẽ giảm với giá trị của số Re tăng lên, và trong hầu hết các trường hợp ở đó $Re_D = 1000$ có thể được bỏ qua.

Sau khi tính toán các giá trị tương ứng của số Reynolds của chỉ lưới mô hình và nguyên mẫu (Re_{tm} và Re_{tp}) các kết quả thực nghiệm của lực cản thủy động mô hình có thể được hiệu chỉnh lại ở chừng mực nào đó. Nghĩa là, sau khi biết được tỉ số chỉ lưới chiếm chỗ (E_{sp} và E_{sm}) và các số Reynolds (Re_{tp} và Re_{tm}), thì hệ số lực cản tương ứng C_{xp} và C_{xm} có thể xác định được từ Hình 2.8. Khi đó, lực cản mô hình hiệu chỉnh (F'_m) có thể được tính từ lực cản mô hình quan sát F_m là:

$$F'_m = \frac{C_{xp}}{C_{xm}} \cdot F_m \quad (3.42)$$

Các giá trị của lực cản thủy động tác dụng lên thùng và các bộ phận ngư cụ cũng có thể được hiệu chỉnh theo cách tương tự bằng cách dùng dữ liệu hình phẳng, hình cầu và hình trụ được vẽ trong đồ thị H 2.16, trong đó đồ thị áp dụng cho hình trụ có thể ứng dụng cho thùng và cáp (đối với cáp $C_x \approx 1,4$ cho trường hợp $Re = 10^2 - 10^3$).

Thí dụ 3.10

Lực cản của một mô hình ngư cụ F_m là 72 kg. Hiệu chỉnh giá trị này đối với một ảnh hưởng tỉ lệ xuất hiện bởi số Reynolds: $Re_p = 1,8 \times 10^3$ và $Re_m = 0,2 \times 10^3$, khác biệt giữa nguyên mẫu và mô hình. Tỉ số diện tích chỉ lưới chiếm chỗ $E_s = 0,05$ trong cả hai mô hình và nguyên mẫu.

Giải:

Trước hết, tìm C_{xp} và C_{xm} từ H 3.8 ứng với $E_s = 0,05$.

Khi $Re_p = 1,8 \times 10^3$ ta được: $C_{xp} = 1,35$

và khi $Re_m = 0,2 \times 10^3$ ta được: $C_{xm} = 1,50$;

Do vậy, từ (3.42) ta có: $F_m = \frac{C_{xp}}{C_{xm}} \cdot F_m = \frac{1,35}{1,50} \times 72 = 65 \text{ kg}$

Tỉ số $C_{xp}/C_{xm} = S_c$ được xem như là tham số tỉ lệ đã hiệu chỉnh đối với các hệ số lực cản. Khi đó các tham số tỉ lệ trong tiêu chuẩn Newton trong (3.18) trở nên:

$$S_F \cdot \frac{S_m}{S_c} \cdot S_\rho \cdot S_V^2 \cdot S_L^2 \cdot S_D = 1 \quad (3.43)$$

và cho phép ta có thể hiệu chỉnh từng phần các sai số ảnh hưởng tỉ lệ do số Reynolds.

Ngoài ra, cũng còn có những nguyên nhân khác cho các sai số tỉ lệ, thí dụ, như được chỉ ra trong mục 3.4.6 là làm thế nào để đánh giá ảnh hưởng tỉ lệ khi tiêu chuẩn Froude không thỏa mãn. Nguyên nhân của sai số tỉ lệ là khác nhau trong mỗi trường hợp, do đó yêu cầu phải phân tích riêng cho mỗi mô hình được kiểm định.

Nhìn chung, mô hình nhỏ hơn dẫn đến ít chính xác các kết quả kiểm định, nhưng chúng thì thường ít tốn chi phí hơn trong thi công và kiểm định.

Sự chính xác của kết quả kiểm định trong bể thí nghiệm thì thường được kiểm tra lại bởi so sánh với ngư cụ thực tế để đạt mức chính xác cao hơn. Tuy nhiên, điều này không phải luôn được như thế, các kiểm định so sánh của ngư cụ thực tế, đặc biệt là ở biển, thường không cho mức chính xác tuyệt đối. Mặc dù mức chính xác có thể được cải thiện bằng cách thực hiện nhiều lần lập lại nhưng sẽ tốn nhiều thời gian và chi phí.

Mặt khác, các sai số tỉ lệ là do mô hình ngư cụ vận động trong bể thí nghiệm hoặc giữ cố định trong máng thổi mà ở đó sự vận động tương đối gây bởi dòng chất lỏng và đáy của máng thổi. Khi đó, đối với cho vận động ổn định thì không cần đòi hỏi hiệu chỉnh tỉ lệ, nhưng đối vận động không ổn định thì các lực đo đạc được cần phải được điều chỉnh thích hợp.

3.4 Kiểm định mô hình của chì, neo, phao, ván lưới và điều

Mô hình cho các phụ tùng ngư cụ cần phải được thiết kế sao cho tất cả các lực của mô hình phải cùng tỉ lệ theo yêu cầu của tiêu chuẩn Newton. Mỗi loại phụ tùng của mô hình cần được đánh giá về độ lớn của các lực do mô hình tạo ra. Nếu chỉ có ảnh hưởng do trọng lượng của phụ tùng thì sẽ đơn giản, nhưng nếu do lực thủy động tác dụng lên phụ tùng thì cần phải xác định độ lớn của các hệ số thủy động. Các dữ liệu như thế cần được ghi nhận lại trong kiểm định lần đầu và để dùng so sánh với các điều kiện thủy động có thể xảy ra sau đó.

Tiêu chuẩn đồng dạng đối với các phụ tùng cứng, rắn thì phải như nhau khi vận động trong môi trường chất lỏng. Khi đó nếu xét về đồng dạng hình học thì số Reynolds phải đồng nhất giữa mô hình và nguyên mẫu (xem mục 2.1.2.5). Khi vận động gần bề mặt của chất lỏng, số Froude cũng phải đồng nhất (xem mục 3.4.6), và nếu vận động không ổn định thì số Strouhal cũng phải đồng nhất (xem mục 3.4.7). Dĩ nhiên là điều kiện biên và điều kiện ban đầu cũng phải được xem xét đánh giá.

Trong kiểm định phụ tùng mô hình lần đầu tiên, các hệ số thủy động C thường được tìm thấy phụ thuộc vào số Reynolds liên quan đến về hình dạng của phụ tùng và trạng thái của chúng trong không gian. Các lực F tác động lên mô hình thì được đo đạc trực tiếp và độ lớn của chúng thì phụ thuộc vào tốc độ V . Các dữ liệu này được dùng để tính toán các hệ số thủy động theo phương trình sau:

$$C_x = \frac{2.F_x}{\rho.V^2.S} \quad (3.44)$$

ở đây, S là phần diện tích cần tính toán của mô hình. Các kiểm định như thế thì thường được tiến hành qua hàng loạt các tốc độ và kích thước mô hình, và kết quả của chúng được thể hiện qua dạng hàm số, chẳng hạn: $C = f(Re)$ và $C = f(\alpha)$, ở đây: α là góc tổng của dòng chảy. Sau đó những thông tin này có thể áp dụng cho các tình huống xuất hiện trong thực tế. Ta đã có kết quả của một dạng đô thị như thế qua kiểm định mô hình ván lưới kéo đã được cho trong H 2.15 và H 2.17.

Để theo dõi ảnh hưởng của điều kiện biên, thì kiểm định phụ tùng lưới kéo cần bố trí ở gần bề mặt của bể thí nghiệm. Các ảnh hưởng này một phần nào đó cũng có liên quan khi mô hình được kéo qua nền bể. Trong bể ống khí thì do băng đai di chuyển phía dưới gây ra. Cái khó nhất là kiểm định lưới kéo mà có hai môi trường là phần trên là nước phần dưới là bùn nhão. Vấn đề này cần phải được xử lý một cách đặc biệt bởi vì nó phức tạp và sẽ không được thảo luận ở đây.

3.5 Các khía cạnh thực tế của qui trình kiểm định mô hình

Mỗi mô hình ngư cụ khác nhau đòi hỏi qui trình kiểm định khác nhau, tuy nhiên các kiểm định mô hình có một số bước giống nhau. Thí dụ, hãy chuẩn bị và kiểm định mô hình lưới kéo.

Mục đích của kiểm định mô hình này là đánh giá độ mở của miệng lưới và các lực cản sẽ có lên lưới kéo nguyên mẫu ứng với các tốc độ kéo khác nhau. Kiểm định như thế sẽ được thực hiện trên một tàu nhỏ, tàu này có thể thay đổi tốc độ kéo nhưng không được lớn hơn tốc độ kéo cực đại của mô hình $(F_m)_{max}$. Nếu tàu lưới kéo thực tế có thể tăng tốc độ kéo tối đa $(F_p)_{max}$, khi đó tỉ lệ lực phải là không ít hơn

$$S_F = \frac{(F_p)_{max}}{(F_m)_{max}} \quad (3.45)$$

Tất cả các tham số tỉ lệ khác như là S_L và S_V cần phải được chọn cho phù hợp với điều kiện thí nghiệm sẵn có.

Nguyên liệu lưới và hệ số rút gọn phải như nhau cho cả mô hình và nguyên mẫu để mà $S_D=1$, $S_m=1$ và $S_E=1$, cũng như khi mô hình được kiểm định trong nước $S_\rho=1$. Như là một ước lượng ban đầu, tỉ lệ của các hệ số thủy động S_c được giả định là bằng 1 và các hiệu chỉnh cho mỗi khoảng tốc độ được làm theo hàm $C = f(Re)$ đối với lưới. Các tham số tỉ lệ thực tế S_L và S_V đối với các kích thước và vận tốc được chọn bởi thử nghiệm-và-sai số áp dụng theo tiêu chuẩn Newton (3.43)

$$S_F = \frac{S_c.S_\rho.S_D.S_L^2.S_V^2}{S_m} \quad (3.46)$$

Điều này thì đơn giản, bởi vì trong trường hợp này (3.46) đã giảm còn $S_F = S_L^2.S_V^2$. Bất cứ giá trị của tham số tỉ lệ kích thước S_L và tỉ lệ tốc độ S_V nào đều có thể được chọn miễn sao S_F thì lớn hơn giá trị bởi (3.45). Sự chọn cuối cùng của tỉ lệ kích thước được dùng để xây dựng mô hình cần phải xét liên hệ đến điều kiện tự nhiên của ngư trường như là: độ sâu, loại nền đáy khi nó chịu ảnh hưởng bởi lớp biên, và khoảng tốc độ kiểm định thích hợp. Tàu nghiên cứu có công suất nhỏ thì yêu cầu một mô hình nhỏ hơn để có khoảng thay đổi tốc độ rộng hơn.

Với tỉ lệ hình học S_L cho thí công mô hình và khoảng tốc độ được chọn, cần phải tính các tham số tỉ lệ lực S_{Fi} cho mỗi tốc độ mô hình bằng cách áp dụng (3.46). Khi đó, mô hình có thể được trang bị để mà đối với mỗi tốc độ nào đó, tất cả các lực ma sát, lực lỏng, lực trọng trường,... do bởi các thành phần khác nhau có tỉ lệ thích hợp:

$$F_{mi} = \frac{F_{pi}}{S_{Fi}} \quad (3.47)$$

Các lực này tác động lên mô hình có thể được đánh giá qua các tham số tỉ lệ khi các lực của ngư cụ nguyên mẫu được biết. Nếu chúng không được biết, người làm thí nghiệm có thể tự đặt ra các giá trị ban đầu và sau đó sử dụng dữ liệu từ kiểm định mô hình và phương trình (3.47) để tính lại các lực của nguyên mẫu từ công thức:

$$F_{pi} = F_{mi} \cdot S_{Fi} \quad (3.48)$$

Bây giờ các dữ liệu đã được hiệu chỉnh này có thể được dùng cho việc thiết kế hoặc chọn phụ tùng cho lưới kéo thực tế để mà sự thể hiện của nó sẽ mô phỏng đúng với lực cản và độ mở miệng lưới của mô hình. Tương tự các lực khác, lực cản của mô hình và của lưới kéo thực tế thì có quan hệ với nhau bởi công thức (3.48), tức là:

$$R_{xp} = R_{xm} \cdot S_{Fi} \quad (3.49)$$

và tỉ lệ của các kích thước và miệng lưới kéo sẽ là:

$$L_p = L_m \cdot S_L \quad (3.50)$$

Thí dụ 3.11

Tìm các tham số tỉ lệ cho lực (S_F), tốc độ (S_V), và kích thước (S_L) để thí công và kiểm định mô hình lưới kéo. Biết rằng tàu lưới kéo thực tế có tốc độ kéo tối đa $(F_p)_{max} = 8000$ kg, trong khi tàu để kéo mô hình có tốc độ tối đa là $(F_m)_{max} = 500$ kg. Mô hình có cùng loại lưới với lưới kéo thực tế.

Giải:

Tham số tỉ lệ lực (S_F) được tính theo phương trình (3.45) là:

$$S_F = \frac{(F_p)_{max}}{(F_m)_{max}} = \frac{8000}{500} = 16$$

Sự khác biệt có thể có của S_L và S_V có thể được xem xét theo tiêu chuẩn Newton của phương trình (3.46) lên quan đến $S_D=1$, $S_m=1$, $S_c=1$ và $S_\rho=1$, xuất phát từ

$$S_L^2 \cdot S_V^2 = S_F = 16$$

và

$$S_L = \sqrt{\frac{16}{S_V^2}} = \frac{4}{S_V}$$

Ta chọn các giá trị ước thử S_V và tính các giá trị tương ứng cho S_L như sau:

$S_V = V_p/V_m =$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
$S_L = L_p/L_m =$	6,7	5	4	3,3	2,9	2,5	2,2

Tìm các tham số tốc độ và tham số tỉ lệ kích thước, các tham số này ban đầu ảnh hưởng tỉ lệ tối thiểu theo tiêu chuẩn Reynolds sử dụng phương trình (3.40). Với cùng chất lỏng và cùng độ thô chỉ lưới giữa mô hình và nguyên mẫu, số Re là hằng số khi $V_p=V_m$ hay $S_V=V_p/V_m=1$, thì $S_L=4,0$ là tỉ lệ hình học thích hợp.

3.5.1 Tính toán cho khung dây giềng của mô hình

Trong thảo luận phần trên, sự đồng dạng giữa mô hình và lưới thực tế phụ thuộc vào đồng dạng về các lực thủy động, trong đó ảnh hưởng do trọng lượng lưới có thể bỏ qua. Riêng đối với các loại dây giềng (giềng phao, giềng chì, giềng quét, giềng lực hông, v.v.) thì ảnh hưởng do trọng lượng là đáng kể. Trọng lượng nổi của nguyên mẫu và mô hình cần phải cùng tham số tỉ lệ S_F khi có sự tham gia của các lực thủy động. Tham số tỉ lệ cho trọng lượng của các dây giềng trong nước được định nghĩa là:

$$S_F = \frac{D_p^2 \cdot L_p \cdot \gamma_{bp}}{D_m^2 \cdot L_m \cdot \gamma_m} \quad (3.51)$$

Từ đây, có thể diễn tả tham số tỉ lệ đối với các lực thủy động (2.17) như là:

$$S_F = \frac{R_{xp}}{R_{xm}} = \frac{C_p}{C_m} \frac{D_p}{D_m} \frac{L_p}{L_m} \frac{\rho_p}{\rho_m} \frac{V_p^2}{V_m^2} \quad (3.52)$$

Theo phương trình (3.51) ta có đường kính giềng của mô hình cần thỏa mãn các điều kiện về tương đồng trọng lượng là:

$$D_m = D_p \cdot \sqrt{\frac{S_\gamma \cdot S_L}{S_F}} \quad (3.53)$$

Trong khi đó, từ (3.52) đường kính của giềng trong mô hình sẽ phải thỏa mãn các điều kiện về tương đồng thủy động là:

$$D_m = \frac{D_p \cdot S_c \cdot S_L \cdot S_\rho \cdot S_V^2}{S_F} \quad (3.54)$$

Từ đây ta thấy, nếu các đường kính giềng của mô hình được tính toán theo (3.53), thì tương đồng trọng lượng sẽ được thỏa mãn, nhưng lực cản của giềng mô hình sẽ cao hơn đối với yêu cầu về tham số tỉ lệ về lực S_F . Còn nếu đường kính giềng mô hình được tính toán theo (3.54) thì đồng dạng thủy động được thỏa mãn, nhưng trọng lượng của giềng mô hình sẽ ít hơn so với yêu cầu về tham số tỉ lệ về lực S_F .

Về phương diện lý thuyết thì có thể vượt qua tính không thể so sánh của tiêu chuẩn này bằng cách tính toán đường kính giềng theo (3.54) cho tương đồng về lực thủy động, và khi đó cố gắng chọn nguyên liệu giềng hơi đậm đặc (nặng) hơn giềng thực tế sao cho tương đồng về trọng lượng. Trọng lượng riêng nổi của nguyên liệu giềng mô hình được tính bằng cách chuyển đổi (3.51) thành:

$$\gamma_{bm} = \frac{\gamma_{bp} \cdot S_L \cdot S_D^2}{S_F} \quad (3.55)$$

Tuy nhiên, khó có thể đạt được vật liệu như thế, và trong thực tế người thí nghiệm có thể bị buộc phải chọn lựa chỉ một trong các tiêu chuẩn đồng dạng này, xem coi tiêu chuẩn nào có liên quan nhiều đến đặc trưng của ngư cụ nguyên mẫu. Thí dụ, nếu ngư cụ có giềng tương đối nặng và dài, và vận tốc tương đối chậm, chẳng hạn như lưới vây rút chì, thì giềng cho mô hình nên được chọn theo trọng lượng theo phương trình (3.53). Ngược lại, đối với ngư cụ chủ động như là lưới kéo, phương trình (3.54) nên được sử dụng để thỏa mãn các điều kiện thủy động.

3.5.2 Tính cáp kéo mô hình

Các nguyên lý áp dụng cho tính dây giềng cũng có thể áp dụng cho cáp kéo, nhưng do điều kiện thực tế nên cần được tính toán riêng. Tốt nhất là, đối với mỗi kiểm định mô hình lưới kéo thì cáp kéo mô hình nên được áp dụng khác nhau. Tuy nhiên, trong thực tế, khó có thể đạt được mỗi cáp cho mỗi mô hình lưới kéo khác nhau. Hơn nữa, cáp kéo còn thường được dùng như là một đường truyền thông tin điện tử để truyền các dữ liệu từ bộ phận quan trắc đến bộ phận kiểm soát trên tàu. Do vậy, tốt hơn hết là kiểm định mô hình lưới kéo khác nhau là dùng chỉ một bộ cáp kéo. Điều này có thể thực hiện được bằng cách hiệu chỉnh chiều dài cáp kéo cho mỗi lần kiểm định theo tham số tỉ lệ tốc độ.

Tham số tỉ lệ lực (S_F) nên là như nhau cho tổng các loại lực (thủy động, trọng lực nổi, sức căng) tác động lên dây cáp kéo, tham số này có thể đạt được nếu tham số tỉ lệ cho từng vùng chịu lực thủy động (C^*S) là như nhau đối với các cáp kéo. Do đó, tham số tỉ lệ đối với chiều dài cáp kéo (S_{Lw}) thỏa mãn yêu cầu trên có thể được tính toán từ:

$$S_{Lw} = \frac{S_{Ln}}{S_{Dw}} \cdot \frac{S_{Cn}}{S_{Cw}} \quad (3.56)$$

ở đây: S_{Ln} - là tham số tỉ lệ hình học đối với lưới; S_{Cn} - là tham số tỉ lệ hình học đối với các hệ số lực cản thủy động đối với ngư cụ, bao gồm cả ván lưới và phụ tùng ván lưới.

Các hệ số lực cản thủy động của ngư cụ thì phụ thuộc vào số Reynolds. Và các điều kiện đồng dạng sẽ tốt hơn trong các mô hình kiểm định S_{Cn} gần như đồng nhất.

Tương tự, tham số tỉ lệ đối với các hệ số lực thủy động của cáp kéo (S_{Cw}) cũng phụ thuộc vào số Reynolds và gần đồng nhất nếu kiểm định được thực hiện đúng.

Do đó, để đơn giản, phương trình (3.56) có thể được ước lượng như sau:

$$S_{Lw} = \frac{S_{Ln}^2}{S_{Dw}} \quad (3.57)$$

và bởi vì, theo định nghĩa: $S_{Lw} = L_{wp}/L_{wm}$, nên chiều dài cáp kéo mô hình phải là:

$$L_{wm} = \frac{L_{wp}}{S_{Lw}} = \frac{L_{wp} \cdot S_{Dw}}{S_{Ln}^2} \quad (3.58)$$

Khi tất cả các điều kiện này đã được thỏa mãn, độ sâu đánh bắt của mô hình nên là:

$$H_m = \frac{H_p}{S_{Lm}} = \frac{H_p \cdot S_{Dw}}{S_{Ln}^2} \quad (3.59)$$

Tham số tỉ lệ cho tốc độ cáp kéo thì được xem xét theo tiêu chuẩn Froude khái quát, phương trình (3.28) cho các kiểm định mô hình trong cùng môi trường như nguyên mẫu sẽ có dạng:

$$S_v = \sqrt{S_\gamma \cdot S_D} \quad (3.60)$$

ở đây: đối với cáp thép thì kích thước đặc trưng là đường kính. Bởi theo định nghĩa $S_v = V_p/V_m$ là tốc độ ưa chuộng của cáp mô hình trong khoảng tốc độ kiểm định:

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{S_\gamma \cdot S_D}} \quad (3.61)$$

Thí dụ 3.12

Ở thí dụ 3.11, ta có đường kính của cáp kéo thực tế là $D_{wp} = 18$ mm và đường kính cáp kéo mô hình là $D_{wm} = 6$ mm. Tìm tham số tỉ lệ cho chiều dài cáp S_{Lw} và tham số tỉ lệ tốc độ S_V thích hợp để kiểm định mô hình lưới kéo với cáp kéo sẵn có.

Giải:

Tham số tỉ lệ chiều dài cáp kéo được tìm thấy là $S_{Ln} = 4$, nhưng tỉ lệ đối với đường kính cáp S_{Dw} bây giờ lại khác đi là:

$$S_{Dw} = \frac{D_{wp}}{D_{wm}} = \frac{18}{6} = 3$$

Do đó, tham số tỉ lệ đối với chiều dài cáp (S_{Lw}) thì được đánh giá từ phương trình (3.57) là:

$$S_{Ln} = \frac{S_{Ln}^2}{S_{Dw}} = \frac{4^2}{3} = 5,34$$

Số này thì khác hơn 4, nó sẽ là 4 nếu như các điều kiện của đồng dạng hình học được quan sát một cách nghiêm khắc. Dùng phương trình (3.60), giả định cho đơn giản rằng tham số tỉ lệ đối với trọng lượng riêng $S_\gamma = 1$ (mặc dù trong thực tế nó nên được khẳng định cho mỗi trường hợp),

$$S_{Vw} = \sqrt{S_{Dw}} = \sqrt{3} = 1,7$$

và tốc độ kéo thích hợp cho cáp mô hình là: $V_{wm} = \frac{V_{wp}}{S_{Vw}} = 0,6.D_{wp}$

Do đó, để kiểm định mô hình lưới kéo với bộ cáp sẵn có, tốc độ mô hình cần phải được giảm để mà các sai số tỉ lệ lớn hơn một chút có thể được kỳ vọng. Đối với các lực cản thì ảnh hưởng tỉ lệ có thể được hiệu chỉnh như đã được làm trong thí dụ 3.10.

3.5.3 Tính toán cho phụ tùng của mô hình

Trong mục 3.6 các lực F_{mi} tác động lên phụ tùng thì được tính toán theo phương trình (3.47) trong đó các tham số tỉ lệ S_F được xác định từ các giá trị ước thử ở từng tốc độ. Điều này thì hợp lý hoàn toàn đối với các phụ tùng có tạo lực ma sát thủy động hoặc lực nâng thủy động (ván lưới, phao thủy động, điều).

Đối với các phụ tùng mà chỉ do bởi lực nổi hoặc trọng lượng của nó mà không phụ thuộc tốc độ, thì tỉ lệ lực tương ứng đã được tính toán chung rồi. Các phụ tùng được kéo này không cần phải thay đổi hoặc bổ sung đối cho kiểm định ở các tốc độ khác.

Trong kiểm định mô hình của hệ thống ngư cụ, không nhất thiết là phải quan sát đồng dạng hình học một cách nghiêm khắc đối với mô hình, số phụ tùng, ngay cả nguyên lý hoạt động của chúng. Tuy nhiên, điều quan trọng là kiểu lực của chúng là phải tương tự với thực tế. Thí dụ, nếu ván lưới thực tế dạng oval thì ta cũng có thể dùng ván mô hình là chữ nhật hoặc dạng khác. Tuy nhiên lực ma sát của chúng cần phải tương ứng với lực đã được tính toán bởi phương trình (3.47) ở tốc độ kiểm định được cho nào đó.

Cần chú ý rằng sai sót chủ yếu áp dụng cho điều kiện (3.47) đã không được thực hiện đúng đối với lực cản của mô hình ván lưới kéo. Chẳng hạn, trong một vài kiểm

định, nếu cần xét đến vận động không ổn định thì sự thay thế ván như vậy là không được phép.

Thí dụ khác, không bắt buộc phải kéo mô hình có cùng số lượng phao như nguyên mẫu, giềng phao của mô hình có thể được lắp với các phao cầu (được làm từ vật liệu xốp hay vật liệu nào khác thích hợp) với đường kính và số lượng miềng sao tổng lực nổi và sự phân bố lực dọc theo viền phao là tương tự như ngư cụ thực tế.

Do vậy, dù việc kéo ngư cụ mô hình chưa phải là bản sao vật lý của nguyên mẫu nó cũng vẫn tạo ra một hệ thống lực, nhưng có tỉ lệ giảm xuống, giống như hệ thống lực mà ngư cụ thực tế đang hoạt động. Qua nguyên lý này, việc chuẩn bị cho phụ tùng sẽ đơn giản hơn và giảm được chi phí. Cách tiếp cận này được khá nhiều người chấp nhận, thí dụ, đối với tình huống được xem xét trong mục 3.6 ở đó mục đích chỉ là đánh giá độ mở của miệng lưới và lực cản của lưới kéo di chuyển ở các tốc độ khác nhau.

Đối với các kiểm định phụ tùng của mô hình mà chỉ xét theo đồng dạng hình học với nguyên mẫu. Khi đó, để đạt được kiểu đồng dạng tương tự của dòng chảy vòng quanh ở cả mô hình và nguyên mẫu thì số Reynolds nên là như nhau. Tuy nhiên, thường là khó có thể đạt được như thế. May mắn là các phụ tùng ngư cụ lại hoạt động trong khoảng của số Reynolds mà số này ít có ảnh hưởng lên các hệ số lực. Chẳng hạn, đối với ván lưới kéo thì thường số $Re < 8.10^3$; còn đối với phao cầu hoặc con lăn thì $Re = 10^3 - 10^5$ (xem H 2.16). Do đó, ta nên chọn kích thước và tốc độ cho phụ tùng mô hình cũng nằm trong khoảng số Reynolds mà ở đó nó ít có ảnh hưởng đến sự thể hiện của chúng.

3.5.4 Giám sát các đặc trưng của mô hình

Tính hiệu quả của kiểm định mô hình thì phụ thuộc phần lớn vào hệ thống các công cụ kiểm định sẵn có. Hệ thống công cụ như thế bao gồm 3 phần chính: (i) các thiết bị dò cơ bản được gắn trên mô hình để ghi nhận các biến; (ii) kênh truyền dữ liệu từ đầu dò đến thiết bị thu; và (iii) thiết bị thu được đặt trên tàu nghiên cứu. Các đầu dò dưới nước được dùng để theo dõi các biến như: độ mở ngang giữa 2 ván lưới và giữa 2 đầu cánh lưới, độ cao miệng lưới, độ sâu khai thác và sức căng của viền quét và của cáp kéo. Thiết bị đặt ở phòng lái được dùng để giám sát các biến như tốc độ kéo, sức căng cáp kéo và góc cáp kéo.

Kích thước lớn nhất của thiết bị dò dưới nước cần phải có trọng lượng và lực cản thủy động không ảnh hưởng đến hình dáng của mô hình. Mặt khác, chúng cần phải chống thấm nước, nhạy cảm và chính xác cao. Các thiết bị này hoạt động theo những nguyên lý khác nhau. Các thiết bị dò thủy tĩnh để cho biết độ sâu của mô hình trong nước có thể dùng một đầu dò áp suất như là một màng, đĩa hoặc que. Các tế bào ghi tải để đo sức căng của dây có thể dùng ống thủy lực lò xo đàn hồi hoặc máy đo sức căng (strain gauge). Máy đo sâu dò cá (echo sounder) có thể được dùng để giám sát độ mở miệng lưới hoặc độ sâu của mô hình. Thiết bị truyền phát thủy âm được đặt cố định tại các điểm trên ngư cụ cách biệt nhau để mà một thiết bị này truyền phát tín hiệu xung của nó thì thiết bị kia nhận được. Các tín hiệu từ máy truyền phát nhận được dữ liệu sẽ gửi qua cáp truyền (có thể là cáp kéo) đến thiết bị thu đặt trên buồng lái.

3.5.5 Quy trình kiểm định và chuyển kết quả mô hình ngư cụ sang thực tế

Quy trình của một kiểm định mô hình gồm một loạt các hoạt động cơ bản. Chẳng hạn như trường hợp lưới kéo, mỗi lần kéo sẽ là 30 phút. Số lần thử nghiệm tùy theo

mức yêu cầu chính xác của dữ liệu cần thu, sao cho sự khác biệt chỉ còn khoảng 5-10%. Đầu tiên, một loạt từ 3-5 lần kéo để ghi nhận lại từ 30-50 giá trị của mỗi biến số cần đo. Sau đó các giá trị trung bình ($\bar{X}$), sai số chuẩn (e), độ lệch chuẩn (S) cho các biến phải được tính toán qua thống kê.

Việc chuyển đổi các kết quả mô hình thành ngư cụ thực tế được hoàn thành với các tham số đồng dạng về kích thước, lực, tốc độ và các tham số khác theo tiêu chuẩn đồng dạng giữa mô hình và nguyên mẫu. Chẳng hạn,

$$L_p = L_m \cdot S_L; \quad F_p = F_m \cdot S_F; \quad V_p = V_m \cdot S_V \quad (3.62)$$

Theo cách này, các giá trị các biến của ngư cụ thực tế có được, có thể có sai số một ít. Các sai số trong các biến dự đoán cho ngư cụ thực tế thì có 2 loại: sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

Sai số hệ thống thì xuất phát từ phương pháp kiểm định được áp dụng, khi mà ta không thể thỏa mãn hết các điều kiện về đồng dạng mà phải thực hiện áp dụng đồng dạng xấp xỉ. Càng lệch lớn so với tiêu chuẩn đồng dạng càng gây ra các sai số hệ thống lớn hơn. Tuy vậy, sai số hệ thống đôi khi còn có thể do từ thiết bị.

Sai số ngẫu nhiên là do lỗi từ việc đọc các kết quả của thiết bị đưa ra, và cũng có thể do biến động không kiểm soát được của các điều kiện kiểm định. Các sai số này có thể được xử lý bằng thống kê. Ta có thể làm giảm sai số này bằng cách cải thiện thiết bị đo đạc và các điều kiện kiểm định, và bằng cách tăng lên số lần đo đạc.

Để cải thiện mức chính xác khi chuyển đổi kết quả kiểm định sang ngư cụ thực tế dưới các điều kiện thí nghiệm được đo, các *hệ số hiệu chỉnh thực nghiệm K* có thể được áp dụng trong các phương trình chuyển đổi (3.62) sẽ có dạng:

$$L_p = K_L \cdot S_L \cdot L_m; \quad F_p = K_F \cdot S_F \cdot F_m; \quad V_p = K_V \cdot S_V \cdot V_m \quad (3.63)$$

Các hệ số hiệu chỉnh thực nghiệm K chỉ có được từ kinh nghiệm tích lũy trong suốt quá trình kiểm định lặp lại với các mô hình và lưới kéo nguyên mẫu khác nhau. Cần nhận rõ rằng chúng đặc biệt có giá trị với các điều kiện thực nghiệm nào đó và các hệ số thật sự đúng có được trong một bố trí thí nghiệm không thể được dùng để hiệu chỉnh các kết quả kiểm định trong một điều kiện khác với nó, mặc dù chúng có thể cho thấy xu hướng đúng.

CHƯƠNG 4.

NGUYÊN LÝ CHUNG VỀ THIẾT KẾ NGƯ CỤ

4.1 Mục đích của thiết kế ngư cụ

Ngư cụ có rất nhiều loại, mỗi loại đòi hỏi phải có một phương pháp thiết kế riêng cho nó. Một vài loại ngư cụ đòi hỏi phương pháp thiết kế khá phức tạp sẽ được thảo luận kỹ trong các chương sau, còn chương này chỉ đề cập đến các nguyên lý tổng quát áp dụng cho thiết kế những trường hợp đơn giản. Mục đích của chương là sẽ tập trung vào cách thiết lập được các tham số cơ bản cho một ngư cụ cần phải có.

Thiết kế ngư cụ là một tiến trình chuẩn bị các chi tiết kỹ thuật của ngư cụ và vẽ nó ra nhằm thỏa mãn các yêu cầu kinh tế, kỹ thuật, hoạt động, xử lý ngư cụ đặt ra. Giải quyết các yêu cầu về một ngư cụ tốt, thỏa mãn các đặc tính đặc biệt thì không đơn giản, trước hết bởi vì công nghệ thì phức tạp và thứ hai bởi vì một số các đặc tính kỹ thuật đối nghịch nhau cần phải được hài hòa. Về nguyên lý, để thiết kế được một ngư cụ tốt cần có kiến thức, kinh nghiệm đánh bắt thực tế của ngư cụ đó và phải đảm bảo các yêu cầu tính toán cho nó. Từ kiến thức này, các bản vẽ và chi tiết kỹ thuật của ngư cụ mới được phát triển thêm, rồi qua thi công, kiểm định thực tế thì ngư cụ thiết kế mới có thể được xem hoàn thành. Nếu ngư cụ mới không thỏa mãn, nó cần phải được bổ sung hoặc, tệ nhất, phải thiết kế lại từ đầu để loại bỏ các sai sót.

Hầu hết ngư cụ mới thường được tạo ra bằng phương pháp thử nghiệm và sửa sai và, dù các phương pháp như thế cho ra kết quả rất tốt, thì chúng cũng gây tốn kém về tiền của và thời gian.

Tương tự các lãnh vực khác, một khi kinh nghiệm và kiến thức được tích lũy, sự khái quát hoá một vấn đề nào đó sẽ được nâng lên thêm, nghĩa là lý thuyết và khoa học về nó sẽ xuất hiện. Không phải ngẫu nhiên là trong khoa học ngư cụ, một xu hướng lý thuyết về thiết kế ngư cụ mới đã xuất hiện và phát triển từ thập kỷ 60 của thế kỷ trước. Khi đó, xu hướng cũ thiết kế dựa trên kinh nghiệm trong việc đánh giá các tham số ngư cụ được thay thế bởi phương pháp phân tích dựa trên các "nguyên lý đồng dạng".

Trong thiết kế ngư cụ, hai yêu cầu cần thiết phải đánh giá đồng thời là: chất lượng kỹ thuật đánh bắt và hiệu quả kinh tế của nó. Mặt khác, ngư cụ có nhiều loại, do đó, lý thuyết thiết kế không nên giải quyết theo lối mòn, bắt di bắt dịch hoặc theo công thức nhất định, mà người thiết kế phải sáng tạo trong mỗi trường hợp, hoàn cảnh cụ thể.

Hiệu quả của ngư cụ còn phụ thuộc lớn vào những hiểu biết tập tính cá trong vùng ngư cụ hoạt động, mà điều này không thể dựa trên phương diện số học được. Sự thích hợp của một ngư cụ đến tập tính cá và ngư trường thường liên quan đến kinh nghiệm đánh bắt, nó sẽ áp đặt các yêu cầu nào đó lên tiến trình thiết kế, đôi khi nó mang tính nghệ thuật hơn là tính khoa học.

Kiến thức và khả năng sử dụng của người ngư dân đối với ngư cụ mới cũng có ảnh hưởng đến những đặc điểm thiết kế. Thí dụ, ngư cụ mới thường phức tạp, rắc rối hơn nên không thích hợp và được duy trì lâu dài trong nghề cá thủ công. Mặt khác, nếu có các thiết bị điện tử, máy móc công nghệ cao cần được trang bị thêm để thao tác ngư cụ, khi đó người ngư dân sẽ phải được tập huấn thêm về các kỹ thuật. Do vậy, thường sẽ thuận lợi hơn nếu ngư cụ được giữ đơn giản, ngay cả khi ngư dân có kỹ năng cao và cơ sở dịch vụ sửa chữa sẵn có.

Dưới đây là các trường hợp thường thấy mà ngư cụ nên được thiết kế theo phương pháp đồng dạng:

1. Hiệu suất của một ngư cụ đã được khẳng định và nổi tiếng nhưng cần phải được cải tiến nâng cao thêm các đặc tính kỹ thuật như là sử dụng vật liệu thích hợp hơn, thiết bị tốt hơn, hay làm giảm trọng lượng hoặc chi phí thi công.

2. Một ngư cụ đánh bắt có hiệu quả nhưng cần được cải tiến thêm cho thích hợp với ngư trường mới, kỹ thuật thao tác mới, v.v.. Biến thể ngư cụ mới này phải được phát triển trên cơ sở đảm bảo các yếu tố chủ yếu của ngư cụ qua kiểm định mô hình, sau đó chế tạo ở kích cỡ đầy đủ dưới điều kiện khai thác thực tế.

3. Kiểu ngư cụ thiết kế được xem là mới hoàn toàn thì không được giống cái đã có rồi. Khó khăn chính là phản ứng tập tính cá đối với phương pháp đánh bắt mới thì chưa được biết. Khi đó đồ án kiểu như thế phải bao hàm việc thiết kế và kiểm định mô hình thành công và có khác biệt cơ bản với nguyên mẫu dưới điều kiện khai thác.

Yêu cầu cơ bản trong thiết kế ngư cụ là tính kinh tế và hiệu suất đánh bắt của nó, điều này phụ thuộc vào nhiều yếu tố: tình trạng nguồn tài nguyên; nhu cầu thị trường cá và giá cả của nó; chi phí hoạt động khai thác; số lượng, cỡ và loại tàu trong vùng khai thác; độ xa từ ngư trường đến cảng; tính sẵn có của vật liệu, phụ tùng nghề cá; sự hỗ trợ kỹ thuật cho sửa chữa, xây dựng đội tàu; sự quản lý nguồn lợi thủy sản (luật lệ và các giới hạn); điều kiện khí tượng – thủy văn, sự sẵn có và kỹ năng chuyên nghiệp của ngư dân; và các điều kiện kinh tế kỹ thuật khác. Do vậy, thiết kế mới nên phù hợp càng nhiều càng tốt với các yêu cầu này và các điều kiện kỹ thuật, kinh tế - xã hội khác.

4.2 Các giai đoạn thiết kế

Việc thiết kế ngư cụ và phụ tùng liên quan đến nó được phân thành 5 giai đoạn và có thể chồng lấp nhau. Đó là:

1. Các nhận định và đánh giá (xác định các cần thiết cho ngư cụ mới);
2. Lên kế hoạch các yêu cầu kỹ thuật thỏa mãn các yêu cầu thiết kế mới;
3. Chuẩn bị cho thiết kế khái niệm hoặc thiết kế ban đầu;
4. Phát triển thiết kế các chi tiết kỹ thuật và vật liệu;
5. Chuẩn bị các bản vẽ thi công.

Bước nhận định và đánh giá là phải lý giải cho được: tại sao việc thay đổi hoặc cải tiến ngư cụ là cần thiết, nghĩa là xác định rõ hoàn cảnh khai thác mà dưới hoàn cảnh này việc thay đổi ngư cụ sẽ làm cho hoạt động khai thác tốt hơn, cũng bao gồm kiến thức và khả năng của người ngư dân, và xác định cái cần đạt được về hiệu quả kinh tế, cũng như những cái cần đạt được khác.

Yêu cầu kỹ thuật cơ bản của thiết kế mới phải thể hiện được như sau:

1. Mục đích của thiết kế ngư cụ;
2. Xác định kiểu ngư cụ và phương pháp hoạt động;
3. Các tính năng của ngư cụ;
4. Các đặc điểm cấu trúc của ngư cụ.

Hiệu quả của ngư cụ mới phụ thuộc rất nhiều vào các yêu cầu kỹ thuật này. Nếu các đặc trưng kỹ thuật là không phù hợp sẽ làm cho ngư cụ hoạt động không hiệu quả. Do đó, nếu có thể được, ngư cụ hiện đang được sử dụng nên được chọn như là nguyên mẫu. Để chọn nguyên mẫu, *Bảng 4.1* cho ta một số đặc trưng của vài loại ngư cụ quan trọng.

Bảng 4.1 – Các đặc trưng hoạt động của một số loại ngư cụ quan trọng

	Hiệu suất đánh bắt	Thu nhập trên đơn vị sản lượng	Chi phí thiết bị và ngư cụ	Chi phí hoạt động trên đơn vị sản lượng			Cỡ tàu phù hợp (3)			Mức kỹ năng	Chọn lọc sản lượng theo chiều dài	Chú thích
				Nhiên liệu	Lao động	Khác	S	M	L			
Ngư cụ tầng đáy												
Lưới rùng	A-L	A-H	A	A-L	A	L	√	√		A	A	Giới hạn đối với ngư trường thích hợp
Lưới kéo												
Ván	A-L	A-H	A	H	A	A	√	√	√	A	A-L	
Đôi	A	A-H	A	A-H	A	A	√	√		A-H	A-L	
Lưới vướng (1)												
Lưới rê	L	A-H	A	L	A	A-L	√	√		L	A-H	Tính chọn lọc thay đổi theo cấu trúc ngư cụ
Rê 3 lớp	L	A	A	L	A	A-L	√			L	A-L	
Bẫy												
Đăng	L	A-H	H	-	A-H	A				A-H	H	Ngư cụ cố định vùng ven bờ
Nò	L	A-H	A	-	L	L				A	A-H	
Lộp (1)	L	A-H	A	L	A	L	√	√		L	A-H	
Câu (1)												
Câu tay	L	-	L	L	H	L	√	√		A-L	H	
Câu kiều	A-L	H	A-L(4)	L	H(4)	A-L	√	√		A-L	H	
Ngư cụ tầng mặt												
Lưới vây rút chỉ	H	L(2)	H	A	H	L	√	√	√	H	L	Cá đàn
Lưới kéo												
Ván	A-H	A	A-H	H	A	A		√	√	H	L	
Đôi	A-H	A	A-H	A-H	A	A	√	√		H	A-L	
Lưới vướng												
Vó (1)	L	A-H	A	L	A	L	√	√		L	H	
Câu												
Câu tay	L	H	L	L	H	L	√	√		A-L	H	
Câu kiều	L	A-H	A	L	H	L	√	√		A-L	H	
Câu chạy	L	A-H	L	A-L	A	A-L	√	√		L	H	

Chú thích: (1) Đối với tàu cơ giới; chi phí nhiên liệu có thể được giảm bằng cách dùng buồm

(2) Cao đối với loài có giá trị như cá ngừ

(3) S = nhỏ (<15 m); M = trung bình (15-40 m); L = lớn (>40 m)

(4) tốn nhiều lao động trừ khi sử dụng máy móc mới

A = trung bình; H = cao; L = thấp

Việc cải tiến ngư cụ được phát triển trên cơ sở thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật trên, ngoài ra cần có hiểu biết thấu đáo các nét riêng biệt của cá và hoàn cảnh của ngư trường dự định khai thác. Khi đó, các thay đổi mong muốn trong thiết kế và các kích thước, thiết bị, vật liệu, chế độ hoạt động đối với ngư cụ mới được sẽ cho làm việc dưới các chế độ thử, thăm dò. Các yêu cầu kỹ thuật nên được hiểu rõ và ngư cụ nên có sự so sánh hỗ tương. Thí dụ, tốc độ kéo và các kích thước lưới kéo chỉ có thể được đánh giá khi công suất tàu được biết.

Trong giai đoạn chuẩn bị cho thiết kế thử, tính tương hợp của yêu cầu cấu trúc và biểu hiện của lưới cần được thẩm tra và xem xét cái lợi có từ thiết kế. Do vậy, tất cả các thông tin sẵn có về thiết kế và hoạt động của ngư cụ nguyên mẫu cần được đánh giá. Nếu xét thấy việc kiểm định mô hình là cần thiết, chúng sẽ được thực hiện ở giai đoạn này để đánh giá hình dạng của ngư cụ, tốc độ, vị trí, độ lớn và phương của các lực, v.v.. Mặt khác, nó cũng hữu ích nếu thí nghiệm kiểm định áp dụng với kích cỡ bằng với ngư cụ nguyên mẫu thực tế. Trong giai đoạn kiểm định một vài sửa đổi, cải tiến thêm có thể được thực hiện trên cơ sở phân tích các kết quả thí nghiệm.

Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật tất cả các vấn đề về liên quan đến tính sẵn có của vật liệu lưới, thùng, thiết bị và phụ tùng ngư cụ phải được xét đến. Nếu ngư cụ thiết kế sau đó sẽ được sản xuất như là sản phẩm công nghiệp thì các chi tiết cấu trúc, danh sách vật liệu và chi phí phải được định rõ.

Các bản vẽ thi công cần chứa đựng tất cả thông tin cần thiết cho sản xuất và hoạt động của ngư cụ. Hiệu quả hoạt động của ngư cụ mới phải được chứng thực ở ngư cụ qui mô thực tế dưới điều kiện khai thác thật sự ở ngư trường dự định khai thác, và nếu ngư cụ được chấp nhận cho sản xuất thương mại, một mô tả kỹ thuật đầy đủ và hướng dẫn hoạt động phải được chuẩn bị để phát kèm theo ngư cụ mới.

4.3 Định hướng các yêu cầu thiết kế và cách giải quyết các vấn đề thiết kế

Định luật sinh học về chọn lọc tự nhiên và thích nghi của loài cũng có thể được áp dụng trong đánh sự tồn tại của ngư cụ. Một kiểu lưới nào đó đã từng được sử dụng rộng rãi trước đây thì nay có thể bị mất đi hoặc bị quên lãng một khi ngư cụ mới giúp khai thác tốt hơn và thuận lợi hơn. Việc tích lũy kinh nghiệm hoặc yêu cầu cần loại bỏ kiểu ngư cụ cũ là cơ sở cho các ý niệm về thiết kế mới hoặc cải tiến ngư cụ.

Các *thông số* cho thiết kế ngư cụ mới có thể được chia thành 4 nhóm.

1. Các thông số mà đã được củng cố qua khai thác hoặc mong muốn mang nét đặc trưng của hoạt động khai thác, gồm: sản lượng (C) mỗi mẻ lưới, tốc độ di chuyển của ngư cụ hoặc tốc độ dòng chảy (V), công suất tàu (P) hoặc thời gian trung bình của chu kỳ khai thác. Trong một vài trường hợp, còn cần thêm một số thông số khác, như: kích thước tối đa của ngư cụ; kích thước và tính năng của tàu, sản lượng tối đa trên một chu kỳ khai thác; trạng thái biển, các dòng đại dương và băng trôi.

2. Các thông số do chính quyền hoặc qui tắc và luật lệ quốc tế đặt ra, như: cỡ mắt lưới tối thiểu; loại xơ sợi sử dụng; hạn ngạch khai thác; cỡ cá đánh bắt tối thiểu; các tải cho phép trong ngư cụ và thiết bị của nó; trọng lượng ngư cụ tối đa cho tính ổn định của tàu và giới hạn các điều kiện khai thác an toàn. Các chuẩn mực này thường là có tính bắt buộc phải thể hiện trong thiết kế.

3. Các thông số được chọn theo trực giác của người thiết kế cho chức năng tối ưu hoặc tối thiểu, gồm: các chi tiết cấu trúc (số lượng và vị trí của các tấm lưới, số thùng và các thiết bị khác). Các thông số này không nên chọn tùy tiện mà nên được tỉ lệ hoá, được vẽ dựa trên kinh nghiệm thiết kế và kết quả tính toán lý thuyết.

4. Các thông số được tìm thấy qua tính tỉ lệ trong quá trình thiết kế là: kích thước cuối cùng của ngư cụ, độ lớn của lực cản thông qua phụ tùng phao, chì, neo, ván lưới, v.v.. cần đảm bảo để đạt được ngư cụ mong muốn.

Về phương diện toán học nếu có "n" thông số (đại lượng) chưa biết có liên quan với nhau thì phải có một hệ thống của "n" phương trình để tìm ra những giá trị. Tuy nhiên, giải quyết vấn đề này trong ngư cụ thì không dễ bởi hầu hết các quan hệ chức năng trong ngư cụ thường đối lập nhau, như giữa kích thước và lực cản, hoặc giữa lực cản và độ sâu khai thác. Do đó, hầu hết các vấn đề của thiết kế ngư cụ đều được giải quyết bằng phương pháp gần đúng hoặc gần đúng liên tục.

Phương pháp dựa trên kinh nghiệm khai thác ngư cụ hiện hữu có ứng dụng thêm cái mới đã được chứng minh là phương pháp tốt. Khi đó một số đặc tính tốt của nguyên mẫu sẽ được chuyển trực tiếp đến ngư cụ thiết kế mới. Nếu nguyên mẫu là tốt hoàn toàn, việc chọn các tham số thiết kế mới sẽ đơn giản hơn đảm bảo được tính phù hợp và tránh được được nhiều sai sót lớn.

4.4 Đánh giá các đặc điểm thiết kế cơ bản dựa trên ngư cụ nguyên mẫu

Các đặc điểm kỹ thuật cơ bản của ngư cụ là kích thước, hình dáng của nó, lực cản của ngư cụ sẽ là một hàm của vận tốc và độ lớn của các lực bị gây nên bởi các thiết bị khác nhau. Các thông số của nguyên mẫu này sẽ được chuyển qua ngư cụ mới qua qui tắc đồng dạng. Mặt khác, các đặc điểm kỹ thuật của phụ tùng ngư cụ tương ứng giữa nguyên mẫu và thiết kế mới cũng cần được biểu thị qua các hệ số tỉ lệ đồng dạng về kích thước, tốc độ và lực, v.v.. (Fridman, 1973).

Nếu thiết kế mới yêu cầu không khác biệt lớn so với nguyên mẫu, khi đó các yếu tố cơ bản của nó chỉ cần tính toán lại trực tiếp từ dữ liệu nguyên mẫu. Nếu có sự khác biệt lớn, khi đó phải qua kiểm định mô hình để đánh giá tính hiệu quả của ngư cụ mới.

Khi ngư cụ mới được thiết kế có sử dụng dữ liệu từ nguyên mẫu nếu có khác biệt nhỏ trong trình tự nghiên cứu sẽ phải được đánh giá theo yêu cầu của chương 3, nghĩa là cần xác định tham số tỉ lệ đồng dạng cho một đại lượng nào đó (S_B) để tính toán. Từ đó suy ra giá trị cần có của đại lượng đó, nghĩa là:

$$S_B = \frac{B_n}{B_p} \Rightarrow B_n = S_B \cdot B_p$$

ở đây; B_n – giá trị của một đại lượng nào đó trong ngư cụ mới; B_p – là giá trị của đại lượng tương ứng trong ngư cụ nguyên mẫu.

Theo tiêu chuẩn đồng dạng (mục 3.4) đối với mô hình ngư cụ kích thước thực tế, thì các tiêu chuẩn đồng dạng (Ne , Fr , Sr) phải giống nhau trong cả mô hình và nguyên mẫu, nhưng bởi vì các diện tích chỉ lưới chiếm chỗ dùng trong tiêu chuẩn này không cần phải đánh giá. Do đó, các tiêu chuẩn đồng dạng này có thể được trình bày dưới các dạng sau:

$$\text{Từ tiêu chuẩn Newton (3.17), ta có: } \frac{S_F \cdot S_m}{S_C \cdot S_\rho \cdot S_D \cdot S_L^2 \cdot S_V^2} = 1 \quad (4.1)$$

$$\text{Từ tiêu chuẩn Froude (3.20), ta có: } \frac{S_\rho \cdot S_V^2}{S_\gamma \cdot S_D} = 1 \quad (4.2)$$

$$\text{Từ tiêu chuẩn Strouhal (3.31), ta có: } \frac{S_V \cdot S_L}{S_L} = 1 \quad (4.3)$$

ở đây việc định danh thì tương tự trong chương 3, chỉ có đổi thành S.

Tùy từng vấn đề thiết kế mà áp dụng hết hoặc chỉ vài phương trình (4.1) đến (4.3).

Thí dụ 4.1

Yêu cầu cho kích thước của lưới kéo thiết kế mới thì lớn hơn 30%, nhưng lại kéo ở tốc độ thấp hơn 20% so với nguyên mẫu. Các đặc tính kỹ thuật của lưới là như nhau. Hãy tính lực cản của lưới thiết kế sẽ khác biệt thế nào so với nguyên mẫu ở cùng điều kiện khai thác.

Giải:

Để giải bài tập này, ta áp dụng công thức (4.1) cho điều kiện đồng dạng về lực giữa lưới mới và nguyên mẫu. Ở đây ta có:

$$S_L = 1,3 \text{ (bởi kích thước tăng 30\%);}$$

$$S_V = 0,8 \text{ (bởi vận tốc giảm 20\%);}$$

$$S_C = S_p = S_D = S_m = 1 \text{ (bởi cùng đặc tính lưới).}$$

$$\text{Do đó,} \quad S_F = S_L^2 \cdot S_V^2 = (1,3)^2 \times (0,8)^2 = 1,08$$

$$F_n = 1,08 \cdot F_p \approx 1,1 \cdot F_p$$

Vậy dưới điều kiện được cho, lực cản của lưới kéo thiết kế mới thì cao hơn khoảng 10% so với lưới nguyên mẫu.

4.5 Bổ sung thêm các tham số tỉ lệ cho thiết kế mới

Từ các tiêu chuẩn đồng dạng trên, ta thấy không phải chỉ là 3 phương trình (4.1) đến (4.3) mà thật ra nó chứa tới 10 biến số cần giải quyết. Do đó, để đạt được một giải pháp chung thì cần thiết phải xét đến một số quan hệ khác để tìm ra các tham số tỉ lệ mới để các phương trình có thể thực hiện được.

Ở đây ta cần lưu ý về một số đặc tính tương đồng hoặc đặt nó trong những điều kiện đặc biệt hoặc dễ dàng biết trước một số đặc trưng nào đó để từ đó chọn các tham số tỉ lệ cho thuận lợi hơn, đó là đối với:

Tham số tỉ lệ S_p thì nên chọn cùng môi trường chất lỏng, khi đó sẽ có $S_p = 1$.

Tham số tỉ lệ S_γ thì cần phải biết các đặc tính của vật liệu thiết kế.

Tham số tỉ lệ S_m cũng có thể được xác định nếu biết cỡ lưới đánh bắt hoặc điều kiện thủy động lực ở lưới (nghĩa là, mắt lưới lớn ở cánh lưới kéo để giảm lực cản).

Tham số tỉ lệ S_c có thể được xác định nếu ta biết số Reynolds (Re_D) hoặc cho ngư cụ làm việc trong khu vực mô hình tự động, khi đó $S_c \approx 1$. Tuy nhiên, nó được đề nghị rằng giả định này thì nên được xác minh lại trong mỗi trường hợp.

Trong thiết kế lưới kéo, tham số tỉ lệ lực (S_F) có thể được xác định nếu như ta có thể so sánh tỉ lệ lực cản hoặc tỉ lệ sức kéo của tàu giữa đánh giá từ công thức sau:

$$S_F = \frac{R_n}{R_p} = \frac{F_m}{F_{tp}} \quad (4.4)$$

ở đây: R_n và R_p tương ứng là lực cản của ngư cụ thiết kế và nguyên mẫu; F_m và F_{tp} tương ứng là các lực kéo của tàu thiết kế và tàu nguyên mẫu ở tốc độ được cho.

Mặt khác, ta biết rằng công suất tàu (P) có liên quan tới lực kéo lưới (F), do vậy ở mức độ xấp xỉ ta có:

$$S_F = \frac{F_m}{F_p} = \frac{P_n}{P_p} = S_p \quad (4.5)$$

và vận tốc (V) qua quan hệ $P = F.V$, nên khi này ta cũng có:

$$S_V = \frac{V_n}{V_p} = 1$$

Thay thế các tham số tỉ lệ trên vào phương trình (4.1) ta có thể xác định tham số tỉ lệ S_L qua biểu thức sau:

$$S_L = \sqrt{\frac{S_p \cdot S_m}{S_c \cdot S_\rho \cdot S_D}} \quad (4.6)$$

Thí dụ 4.2

Một lưới kéo thiết kế có số mắt lưới $M_p = 300$ mắt thì phù hợp tốt với tàu có công suất $P_p = 400$ mã lực. Một lưới kéo tương tự sẽ bao nhiêu mắt lưới sẽ phù hợp với tàu có công suất $P_n = 200$ mã lực?

Giải:

Bởi hai lưới kéo là đồng dạng, $S_C = S_m = S_D = S_\rho = 1$ và $S_L = M_n/M_p$. Khi đó, từ (4.6) ta tính được:

$$M_n = M_p \cdot \sqrt{S_p} = M_p \cdot \sqrt{\frac{P_n}{P_p}} = 300 \cdot \sqrt{\frac{200}{400}} = 212 \text{ mắt lưới}$$

Tham số tỉ lệ kích cỡ S_L cũng có thể được tính qua so sánh sản lượng đánh bắt trên đơn vị thời gian của ngư cụ thiết kế C_{Tn} với nguyên mẫu C_{Tp} . Theo (1.2), ta có:

$$\frac{C_{Tn}}{C_{Tp}} = \frac{C_{En}}{C_{Ep}} \cdot \frac{W_n}{W_p} \cdot \frac{E_{Tn}}{E_{Tp}} \quad (4.7)$$

Giả sử rằng trong ngư cụ mới tốc độ khai thác ứng với đơn vị theo thể tích lọc được (v_n) là W_n nhưng sản lượng đánh bắt trên đơn vị nỗ lực khai thác (C_E) và hiệu suất thời gian hoạt động (E_T) thì vẫn giống như nguyên mẫu. Khi đó:

$$\frac{C_{Tn}}{C_{Tp}} = \frac{W_n}{W_p} = \frac{v_n}{v_p} \cdot \frac{T_{fp}}{T_{fn}} \quad (4.8)$$

Nếu cho rằng tổng sản lượng là $C_T.T_f$ thì (4.8) sẽ cho ta:

$$\frac{C_{Tn}}{C_{Tp}} \cdot \frac{T_{fn}}{T_{fp}} = \frac{v_n}{v_p} \quad (4.9)$$

Vậy, tỉ lệ của tổng sản lượng đánh bắt thì tỉ lệ với thể tích nước lọc được của thiết kế mới và nguyên mẫu.

Thể tích nước lọc được có thể được diễn tả như là:

$$v = A.V.T_f \quad (4.10)$$

ở đây: A - là diện tích làm việc của ngư cụ (diện tích của miệng lưới kéo, hay diện tích bao vây của lưới vây rút chì, v.v.); V - là tốc độ khai thác.

Nhưng, như đã được thảo luận trong mục 3.2.1, diện tích làm việc thì tỉ lệ với bình phương của kích thước đặc trưng của lưới, để mà: $A \propto L^2$

Khi đó, nếu lượng thời gian được đánh bắt bởi ngư cụ mới và nguyên mẫu là như nhau, $T_{fn} = T_{fp}$, khi đó từ (4.9) và (4.10) sẽ cho ta:

$$\frac{C_{Tn}}{C_{Tp}} = \frac{L_n^2}{L_p^2} \cdot \frac{V_n}{V_p} \quad (4.11)$$

hoặc: $S_{CT} = S_L^2 \cdot S_V$ khi đó: $S_L = \sqrt{\frac{S_{CT}}{S_V}}$

hoặc: $L_n = L_p \cdot \sqrt{\frac{C_{Tn}}{C_{Tp}} \cdot \frac{V_p}{V_n}}$ (4.12)

ở đây: L - là bất cứ kích thước đặc trưng nào của ngư cụ.

Thí dụ 4.3

Hãy tìm tỉ lệ kích thước tăng lên là bao nhiêu so với ngư cụ nguyên mẫu để tăng lên sản lượng đánh bắt lên 20% nếu như vẫn cùng thời gian và tốc độ khai thác.

Giải:

Theo điều kiện trên, ta có: $C_{Tn}/C_{Tp} = 1,2$ và $V_n/V_p = 1$

khi đó, từ (4.12) sẽ cho ta: $L_n = L_p \cdot \sqrt{1,2} = 1,1 L_p$

nghĩa là, các kích thước cần phải tăng lên trong ngư cụ mới là 10%.

Tương tự như quan hệ của sản lượng theo khối lượng nước khai thác, công thức (4.11) có thể sắp xếp lại để tính cho việc tăng lên trong sản lượng trên đơn vị thời gian bởi một ngư cụ lớn hơn, dựa trên mức sản lượng của nguyên mẫu đã biết trước. Việc ước lượng "thể tích khai thác" này không liên quan đến các biến động trong phân bố cá hoặc của các phản ứng khác nhau của cá đối với các ngư cụ có kích cỡ khác nhau.

Một khi các quan hệ chức năng không đủ để giải quyết tất cả các biến, một vài tham số tỉ lệ, như là S_L hoặc S_V có thể được cho ướm thử một loạt các giá trị để đạt được một vài khác biệt và chọn giá trị tốt nhất trong số này.

4.6 Tính các tham số tỉ lệ cho đường kính thùng và chỉ lưới

Việc tính các tham số tỉ lệ độ thô (S_D), mà độ thô này liên quan đến cường lực của chỉ hoặc thùng hoặc dây giềng trong mối quan hệ với các tải gây ra cần phải được xử lý riêng biệt.

Đối với các kiểu ngư cụ ở những nơi mà sức tải căng trong lưới có liên quan cơ bản đến tổng kích cỡ (diện tích) của ngư cụ, như trong lưới rùng hoặc lưới rê (S_{Dr}), có thể được tính bởi phương trình:

$$S_{Dt} = S_V \sqrt{\frac{S_f \cdot S_m \cdot S_L \cdot S_{E1}}{S_{\sigma} \cdot S_{E2}}} \quad (4.13)$$

Tuy nhiên, ở những nơi mà sức tải căng trong chỉ lưới bị gây ra cơ bản do bởi lực cản thủy động của lưới, như trong ngư cụ kéo được trang bị đầy đủ, khi đó:

$$S_{Dt} = \frac{S_L \cdot S_f \cdot S_{Ek}}{S_{\sigma}} \cdot \left(\frac{S_V}{S_{E2}} \right)^2 \quad (4.13a)$$

Ngoại trừ những nơi lưới có $D_t/2a$ lớn (>0.05) và lưới trong ngư cụ mới không tương ứng tốt với nguyên mẫu, $S_{Ek} \approx 1$ và có thể được bỏ qua.

Hai tham số tỉ lệ mới (S_f và S_{σ}) cần được xác định trong phân tích trên là:

Tham số tỉ lệ (S_f) là tỉ lệ cho tham số an toàn về tải đối với chỉ lưới trong thiết kế mới (f_n) so với trong nguyên mẫu (f_p), nghĩa là:

$$S_f = \frac{f_n}{f_p} \quad (4.14)$$

ở đây, tham số an toàn (f) được định nghĩa như là tỉ lệ của tải đứt (F_r) hay lực căng đứt của chỉ đến tải làm việc của nó (F), nghĩa là: $f = \frac{F_r}{F}$ (4.15)

Tham số tỉ lệ (S_{σ}) là tỉ lệ ứng suất đứt đối với chỉ trong thiết kế mới (σ_r) so với nguyên mẫu (σ_p), nghĩa là: $S_{\sigma} = \frac{\sigma_{rn}}{\sigma_{rp}}$ (4.16)

ở đây, ứng suất đứt (σ_r) đối với chỉ là lực căng (đứt) tối đa F_r trên đơn vị tiết diện S_t , thông thường được diễn tả trong kg/mm^2 : $\sigma_r = \frac{F_r}{S_t}$ (4.17)

Phương trình (4.13) hoặc (4.13a) cũng có thể được dùng như là một quan hệ đồng dạng bổ sung khi có quá nhiều tham số chưa biết, như đã được mô tả trong mục (4.5).

Nếu các tải lên chỉ lưới không phải gây ra do lực cản thủy động mà do việc găng sức vùng vẫy hoặc do trọng lượng cá lớn mắc vào lưới, khi đó:

$$S_{Dt} = \sqrt{\frac{S_f \cdot S_m^3}{S_{\sigma}}} \quad (4.18)$$

có thể được áp dụng để tìm ra S_{Dt} .

Phương trình (4.13) và (4.18) giúp cho việc tính toán S_{Dt} chỉ có giá trị khi độ thô chỉ D_t , cỡ mắt lưới m , hệ số rút gọn E , sức căng σ và tham số an toàn tải f là không đổi trên toàn bộ lưới. Nhưng nếu lưới có bao gồm các kiểu lưới khác nhau, thì phải áp dụng các giá trị trung bình của chúng. $\overline{D_t}$, $\overline{m}$, $\overline{E}$ đã được tính rồi theo các công thức (3.11) đến (3.13), và tương tự cho $\overline{\sigma}$ và $\overline{f}$ là:

$$\overline{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i \cdot S_{ti}}{\sum_{i=1}^k S_{ti}} \quad (6.19)$$

$$\text{và} \quad \overline{f} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i \cdot S_{ti}}{\sum_{i=1}^k S_{ti}} \quad (6.20)$$

Thí dụ 4.4

Tính độ thô của chỉ lưới rừng được kéo ở tốc độ tăng lên 20% và có cỡ mắt lưới tăng lên 20% so với lưới nguyên mẫu. Các kích thước, kiểu lưới và tải an toàn là như nhau. Tải căng trong lưới được giả định là tỉ lệ với tổng kích cỡ (diện tích) của ngư cụ, nghĩa là như nhau trong cả hai lưới và không bị ảnh hưởng bởi các thay đổi trong cỡ mắt lưới hay cỡ chỉ.

Giải:

Theo các điều kiện ở trên, $S_L=1,0$; $S_V=1,2$; $S_m=1,2$; $S_f=1$; $S_{E1}=1$; $S_{E2}=1$; $S_{\sigma}=1$. Từ công thức (4.13), ta có:

$$S_{D_t} = 1,2 \cdot \sqrt{1,2} \approx 1,3$$

Điều này có nghĩa là độ thô chỉ lưới cần tăng thêm 30%.

Trong thực tế, một vài khác biệt từ các giá trị tính toán cho kích thước của các phần trong ngư cụ và các đặc trưng của lưới (D_t và a) là không thể tránh khỏi, bởi các vật liệu sẵn có thì ít khi phù hợp đúng với yêu cầu theo các đặc điểm chi tiết kỹ thuật. Nếu D_t và a sẵn có là khác biệt đáng kể so với yêu cầu của các giá trị được tính toán, cũng như đối với yêu cầu của ngư cụ (kích thước, lực cản, v.v..) thì có thể được tính toán lại, hoặc hệ số rút gọn cần phải sửa đổi để thích nghi với các khác biệt này.

Thí dụ 4.5

Tìm tham số an toàn về tải cho chỉ lưới rừng có cỡ mắt lưới tăng lên 1,5 lần so với nguyên mẫu, còn vật tư, đường kính chỉ, và hệ số rút gọn là như nhau. Kích thước lưới rừng tăng lên 15% và tốc độ kéo tăng lên 10%. Giả định rằng tải căng trong lưới thì tỉ lệ tương ứng với tổng kích cỡ của ngư cụ.

Giải:

Theo các điều kiện mô tả trên, ta có: $S_m=1,5$; $S_{\sigma}=1$; $S_D=1$; $S_{E1}=S_{E2}=1$; $S_L=1,15$; $S_V=1,1$. Từ công thức (4.3), ta có:

$$S_f = \frac{S_D^2}{S_V^2} \cdot \frac{S_{\sigma} \cdot S_{E2}}{S_m \cdot S_L \cdot S_{E1}} = \frac{1}{(1,1)^2} \cdot \frac{1}{(1,5)(1,15)} = 0,48$$

Vậy, tham số an toàn tải của chỉ trong lưới rừng mới thì bằng một nửa so với nguyên mẫu. Tuy nhiên cũng cần áp dụng công thức (4.13a) về ảnh hưởng của các thay đổi này đối với tham số an toàn khi mà sức căng tải trong lưới bị gây ra cơ bản do lực cản của lưới.

Ta biết rằng độ thô dây giềng phải bảo đảm đủ sức chịu tải trong quá trình làm việc. Do vậy dây giềng (hay thùng) cần phải có một tham số an toàn cho nó. Vấn đề sẽ đơn giản khi các đặc trưng của thùng nguyên mẫu được biết trước. Khi đó, để tính tham số tỉ lệ S_{D_t} cho đường kính dây giềng trong thiết kế mới và trong nguyên mẫu thì biểu thức dưới đây (4.21) có thể được áp dụng:

$$S_{D_t} = \sqrt{\frac{S_f \cdot S_F}{S_{\sigma}}} \quad (4.21)$$

ở đây: $S_f = \frac{f_n}{f_p}$ (4.22) - là tỉ lệ của các tham số an toàn cho thùng,

còn $S_F = \frac{F_n}{F_p}$ (4.23) - là tham số tỉ lệ chung của các lực,

và $S = \frac{\sigma_m}{\sigma_{rp}}$ (6.24) - là tham số tỉ lệ cho ứng suất đứt (lực căng đứt trên đơn vị tiết diện) của thừng trong thiết kế mới và nguyên mẫu.

Thí dụ 4.6

Đường kính dây cáp kéo lưới rùng là bao nhiêu khi lực kéo lên bờ (hoặc lực cản) lớn hơn 1,5 lần so với nguyên mẫu, trong khi đó vật liệu và hệ số an toàn là như nhau.

Giải:

Theo các điều kiện mô tả trên, ta có: $S_F=1,5$; $S_f=1$; $S_{\sigma}=1$. Khi đó, áp dụng phương trình (4.21), ta có:

$$S_{DI} = \sqrt{1,5} = 1,22$$

Vậy, đường kính cáp kéo lưới rùng mới cần phải tăng lên 22% so với nguyên mẫu.

4.7 Tính toán các thành phần phụ trợ ngư cụ

Tham số tỉ lệ lực S_F là tham số cơ bản trong thiết kế cho bất cứ phụ trợ ngư cụ nào. Tham số này cần phải là như nhau trong cả hai lưới và phụ trợ ngư cụ. Vì vậy, đối với bất kỳ thành phần của phụ trợ nào, ta có:

$$F_n = F_p \cdot S_F \quad (4.25)$$

Sau khi tính được F_n thì ta có thể chọn kiểu và kích thước dựa theo lực này.

Thí dụ 4.7

Tìm cỡ của ván chữ nhật cong cho lưới kéo mới có tổng lực cản 2000 kg ở mỗi tốc độ được cho. Biết rằng, lực cản của lưới kéo nguyên mẫu ở cùng tốc độ là 3000 kg và ván có kích thước là 2 x 1 m. Cùng kiểu ván cho cả hai lưới kéo.

Giải:

Tham số tỉ lệ lực của hai lưới kéo là:

$$S_F = \frac{F_n}{F_p} = \frac{2000}{3000} = 0,67$$

Do đó, lực cản ma sát yêu cầu cho ván lưới phải là:

$$F_n = 0,67 F_p$$

Theo phương trình (2.19) lực cản ma sát thủy động F_{dy} sinh ra bởi một ván lưới thì tỉ lệ trực tiếp với diện tích của nó A_d , các điều kiện khác (kiểu ván, góc tổng và vận tốc) thì bằng nhau. Vì vậy,

$$F_{dyn} = 0,67 F_{dyp}$$

Cỡ của ván lưới kéo mới được tính theo đồng dạng hình học là:

$$S_L = \sqrt{\frac{F_n}{F_p}} = \sqrt{0,67} = 0,82$$

Nếu cho rằng $S_L = L_n/L_p$, thì chiều dài L cho ván lưới mới phải là:

$$L = 2 \times 0,82 = 1,64 \text{ m}$$

và chiều cao H là:

$$H = 1 \times 0,82 = 0,82 \text{ m.}$$

4.8 Chuẩn bị bản vẽ và các chi tiết kỹ thuật

Các tính toán cho các thông số cơ bản của ngư cụ mới được thực hiện trong suốt giai đoạn thiết kế ban đầu sẽ là cơ sở cho việc mô tả chi tiết các thành phần ngư cụ tiếp theo và chuẩn bị cho việc vẽ ra các bản vẽ chi tiết và kỹ thuật để thi công ngư cụ. Các bản vẽ nên được vẽ theo tỉ lệ càng theo đúng tỉ lệ chung càng tốt.

Đối với lưới kéo, lưới rùng, tiêu chuẩn ISO (1975e) đề nghị rằng các độ rộng (phần ngang của lưới) của các phần trước và sau của mỗi phần lưới, được vẽ theo tỉ lệ $E_1 = 0,5$; độ sâu hoặc chiều dài của mỗi phần lưới được vẽ theo tỉ lệ $E_2 = 1,0$.

Còn theo tiêu chuẩn (ISTPM-FAO-ACTIM) của Pháp (Nelélec & ctv, 1979) có khác biệt nhỏ so với tiêu chuẩn ISO, trong đó độ sâu hoặc chiều dài của mỗi phần lưới được vẽ theo $E_2 = 0,9$ và độ rộng ở trước và sau được vẽ tương ứng là $E_1 = \sqrt{1 - (0,9)^2} = 0,436$. Tiêu chuẩn của Pháp thì có vẽ hơi khó áp dụng hơn một chút so với phương pháp ISO, nhưng bản vẽ cho các hệ số rút gọn trung bình thì gần xấp xỉ với thực tế. Mặt khác, các kích thước của các phần lưới thì không bị méo và chúng tương ứng chính xác hơn cho giềng miệng có cùng tỉ lệ và các cạnh bên cũng chính xác hơn. Theo cách này, các kích thước có thể tỉ lệ trực tiếp với bản vẽ. Tỉ lệ của các tấm lưới này thường phải theo "từng bước" của các phần lưới dựa trên độ lớn của từng phần, làm cho hệ số rút gọn của mỗi phần lưới là khác nhau.

Đối với lưới rê, chiều dài được vẽ theo chiều dài của giềng phao. Khi lưới có các giềng biên, thì chiều sâu được vẽ theo chiều dài thực tế của nó; Tuy vậy, nó nên được vẽ theo độ sâu dẫn xuống của lưới.

Đối với lưới vây rút chì, hoặc lưới rùng thì chiều dài được vẽ theo chiều dài của giềng phao và độ sâu theo lưới mở rộng sâu xuống thực tế của nó. Nhưng nếu khi đó các kích thước thể hiện là quá nhỏ so với không gian của bản vẽ kỹ thuật, nó sẽ làm khó khăn cho việc thể hiện các chi tiết kỹ thuật, thì bản vẽ thứ hai cho phép bóp méo bản vẽ có tỉ lệ theo phương đứng lớn hơn tỉ lệ theo phương ngang ở nơi nào chi tiết kỹ thuật cần được thêm vào.

Tất cả các chiều dài nên theo đơn vị SI. Các kích thước lớn hơn có thể được diễn tả theo đơn vị mét với 2 số lẻ, các kích thước nhỏ hơn có thể được diễn tả theo mm. Nhưng nếu cần phải khác với qui ước này thì nên chỉ rõ ra đơn vị sử dụng.

Ngoài ra để cho các bản vẽ về lưới và dây giềng đạt được tỉ lệ chính xác này, thì các ký hiệu hoặc đơn vị sau đây cần phải được thêm vào bản vẽ để bản vẽ không mơ hồ, khó hiểu:

1. Đối với mỗi phần lưới:

1.1 Các chiều dài ở phần trước (hoặc gờ trên) và phần sau (hoặc gờ dưới) theo số mắt lưới (M) hoặc theo mét lưới kéo căng (m);

1.2 Số mắt lưới (M) hoặc chiều dài lưới kéo căng (m) cho khoảng cách giữa phần trước (hoặc gờ trên) và phần sau (hoặc các gờ thấp hơn);

- 1.3 Chiều dài mắt lưới kéo căng theo mm;
- 1.4 Chu kỳ cắt thì áp dụng cho các cạnh xiên;
- 1.5 Kiểu xơ và mật độ tuyến tính (tex tổng) của chỉ lưới nên theo qui ước trong vật liệu ngư cụ;
- 1.6 Nếu là chỉ đôi (2 sợi se song song) như trong lưới dệt, hoặc trong đục lưới sẽ được định nghĩa theo "DY", và nếu có kiểu gút khác biệt so với gút đơn đan (hoặc dệt lưới) được dùng, thì nên có tên cho nó;
- 1.7 Các đặc điểm đặc biệt, như: màu sắc, giềng đôi, sươn ghép lưới, đường sươn không bình thường hoặc được rút gọn,... cần phải được chỉ rõ ra.

Đối với dây giềng, các phụ trợ và các ngư cụ đặc biệt như: bẫy, lợp, cào, câu,... thì bản vẽ không thể chuẩn hóa như đối với lưới. Trong trường hợp này, bản vẽ phối cảnh, vẽ phóng, v.v.. có thể được áp dụng nếu thấy cần thiết nhằm chuyển tải được nội dung thiết kế. Khi đó các thông tin về cấu trúc cần được định rõ.

4.9 Giai đoạn thiết kế cuối cùng và các kiểm định

Kiểm định và thử nghiệm thực tế đóng vai trò quan trọng trong thiết kế ngư cụ và được tiến hành từ khi chọn nguyên mẫu, phát triển các chi tiết kỹ thuật và ở các giai đoạn thiết kế khác.

Khi nhiệm vụ là tạo ra một ngư cụ thiết kế mới hoàn toàn, thì trước hết một mô hình của thiết kế mới phải được chuẩn bị theo các tham số tỉ lệ nào đó. Kiểm định mô hình là làm cho ngư cụ thiết kế có thể áp dụng được. Khi mô hình ngư cụ ở kích thước thực tế cho kết quả tốt, thường là có bổ sung thêm, thì nó được xem như là nguyên mẫu. Kiểm định tỉ lệ thực tế có thể là thử nghiệm kỹ thuật hay thử nghiệm đánh bắt.

Thử nghiệm kỹ thuật nhằm chọn một nguyên mẫu thích hợp hoặc nhằm đánh giá các đặc trưng thật sự của ngư cụ mới. Chúng có thể được tiến hành trong 3 giai đoạn: gồm: chuẩn bị; đo đạc; xử lý và phân tích dữ liệu.

Giai đoạn chuẩn bị, gồm: thảo kỹ lưỡng chương trình thử nghiệm và các tiến trình kiểm định; chế tạo ngư cụ thực nghiệm; và chuẩn bị các công cụ đo đạc. Trước khi kiểm định, ngư cụ thí nghiệm được xem xét cẩn thận để đảm bảo rằng nó phù hợp với các thiết bị kỹ thuật, bất cứ khác biệt nào so với thiết kế đều phải được ghi nhận lại đầy đủ. Các đặc trưng kỹ thuật của ngư cụ được giám sát đo đạc bởi các thiết bị chỉ thị từ xa, được bố trí trực tiếp trên ngư cụ và ở phòng lái. Chúng bao gồm các thiết bị giám sát, đo đạc các kích thước, hình dáng và vị trí của ngư cụ trong nước, các lực và tốc độ. Dữ liệu được ghi lại bởi các các thiết bị tự ghi như là máy ghi sóng tầng sâu và các lực kế tự ghi thì có thể được xem xét vào cuối mỗi thử nghiệm. Các thiết bị điện và màn hình theo dõi thủy âm ở trên phòng lái sẽ cho biết thời gian thật sự suốt quá trình thí nghiệm.

Kiểm định kỹ thuật ngư cụ qui mô thực tế được tạo dựng trong vùng biển được chọn đặc biệt với điều kiện tương đối ổn định về dòng chảy, thời tiết, độ sâu, v.v.. nhằm giảm các biến động trong các kết quả do máy đưa ra và do đó sẽ giảm số lần kiểm định và chi phí thử nghiệm.

Các xử lý bước đầu của dữ liệu thực nghiệm có được trong suốt các kiểm định kỹ thuật bao gồm tính toán giá trị trung bình của các đại lượng đặc trưng của ngư cụ đã đo đạc được và đánh giá mức chính xác của chúng (độ tin tưởng). Các tiến trình xử lý

dữ liệu thì tương tự như được mô tả trong mục 3.6.5. Các biểu đồ và các biểu thức đại số cần được phát triển để mô tả các mối quan hệ chức năng giữa các đặc trưng của ngư cụ.

Mục đích của các thử nghiệm ngư cụ là nhằm cung cấp một đánh giá cuối cùng về ngư cụ mới, liên quan đến toàn bộ hệ thống ngư cụ. Cho mục đích này, công thức (1.8) có thể được áp dụng để cho một chỉ số về hiệu quả kinh tế của hệ thống đánh bắt

$$E_c = \frac{a_n}{a_s} \cdot \frac{C_{Tn}}{C_{Ts}} \cdot \frac{T_n}{T_s} \cdot \frac{b_s}{b_n}$$

Trong này, hệ số so sánh giá trị kinh tế E_c được xem xét qua sản lượng khai thác của hệ thống khai thác cũ và mới (a_n/a_s) qua so sánh giá trung bình trên đơn vị sinh khối sản lượng đạt được của hai hệ thống. Cho mục đích này ta nên dùng các thông tin về sinh khối đạt được trong mỗi mẻ khai thác, thành phần loài, phân bố chiều dài cá, v.v.. Sinh khối có thể được đo lường bằng các thùng chứa sau khi đã phân loại theo loài, theo chất lượng và theo giá bán buôn.

Để đánh giá khả năng đánh bắt tương đối (C_{Tn}/C_{Ts}) nó thì cũng cần thiết để đánh giá thời gian khai thác được yêu cầu cho mỗi chu kỳ hoạt động.

Tuổi thọ kỳ vọng tương đối của hai hệ thống (T_n/T_s) từ dữ liệu về mài mòn, xé rách của hệ thống đánh bắt trong suốt các thử nghiệm khai thác.

Tổng chi phí tương đối cho hoạt động của hai hệ thống (b_s/b_n) được đánh giá từ chi phí chế tạo thật sự của các ngư cụ kiểm định và các chi phí hoạt động được ước tính.

Vào lúc bắt đầu thử nghiệm, chỉ có chi phí chế tạo là được biết, trong khi đó các nhân tố khác cần phải được tính toán dưới các điều kiện khai thác bởi chúng thường không nhất quán và chứa đựng nhiều sai lệch nếu như số lần kiểm định là quá ít.

Do đó để đạt được dữ liệu đại diện nhất cho việc so sánh giữa hệ thống mới và cũ, đánh bắt so sánh cần được tạo dựng, thí dụ, áp dụng các lần kéo song song hoặc kéo chéo nhau khi so sánh các lưới kéo.

Trong các thử nghiệm so sánh xen kẽ nhau, hai ngư cụ lần lượt được sử dụng đánh bắt luân phiên nhau trên cùng một tàu khai thác. Phương pháp này thì thích hợp cho khai thác lưới kéo tầng đáy hay tầng mặt có cá phân bố đều.

Trong các thử nghiệm so sánh độc lập, hai ngư cụ được dùng trong cùng độ dài thời gian ở hai tàu khác nhau với cùng tốc độ kéo lưới có cùng ngư trường và cùng mật độ phân bố cá, nhưng các đường kéo lưới và thời điểm thả, thu lưới kéo khác nhau. Thử nghiệm khai thác độc lập thì yêu cầu ít thời gian, nhưng chúng có những bất lợi riêng của chúng như là các khác biệt trong các kỹ năng của người chỉ huy và thủy thủ đoàn, và các đặc trưng riêng của tàu cũng ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Do bởi các khác biệt này, hai tàu nên trao đổi lưới lẫn nhau trong suốt các thử nghiệm so sánh. Việc kéo lưới so sánh song song nhau thì được tạo dựng bởi hai tàu kéo trên hai đường song song nhau, và, nếu có thể được là cùng giai đoạn thời gian để cho khả năng tin cậy của các kết quả kiểm định được cải thiện hơn. Phương pháp này thì được áp dụng trong nhiều trường hợp, đặc biệt là khi mật độ cá phân bố không đều trong ngư trường thử nghiệm.

PHẦN II. NGHỀ LƯỚI KÉO

CHƯƠNG 5. KỸ THUẬT KHAI THÁC LƯỚI KÉO

5.1 Phân loại lưới kéo

Có nhiều cách phân loại lưới kéo, người ta có thể căn cứ: vào tầng nước hoạt động; theo số tàu (thuyền) áp dụng; vào động lực được trang bị; dựa vào kết cấu lưới; dựa theo phương tiện vật lý tăng cường đánh bắt; dựa vào số miệng lưới được kéo; và dựa vào đối tượng khai thác,... mà phân loại lưới kéo. Nếu:

- **Căn cứ theo tầng nước hoạt động**, có thể phân thành::
 - Lưới kéo tầng đáy, luôn làm việc sát đáy (*H 5.1*)
 - Lưới kéo tầng giữa, làm việc ở lớp nước ở gần đáy lên tới mặt nước (*H 5.2*)

Trong đó lưới Kéo tầng đáy chiếm đa số.

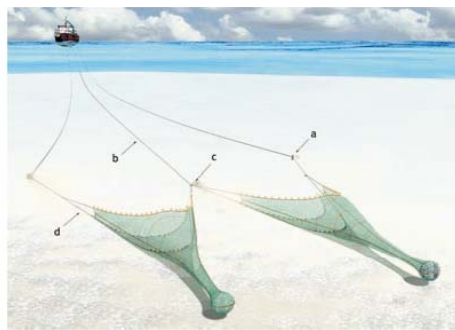


Figure 11. Twin-rig bottom trawling

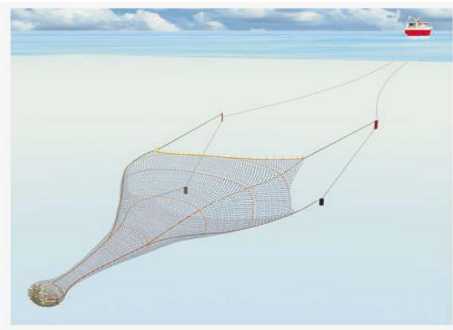
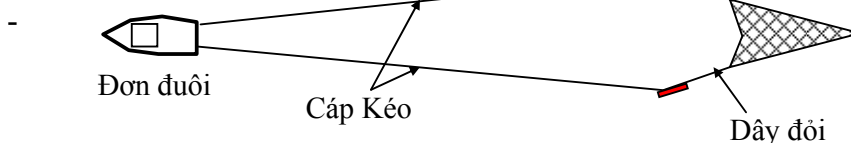


Figure 12. One-Boat Mid-water Trawling

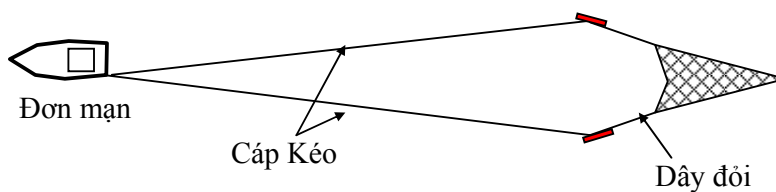
H 5.1 - Lưới kéo tầng đáy.

Ảnh của FAO, 1985

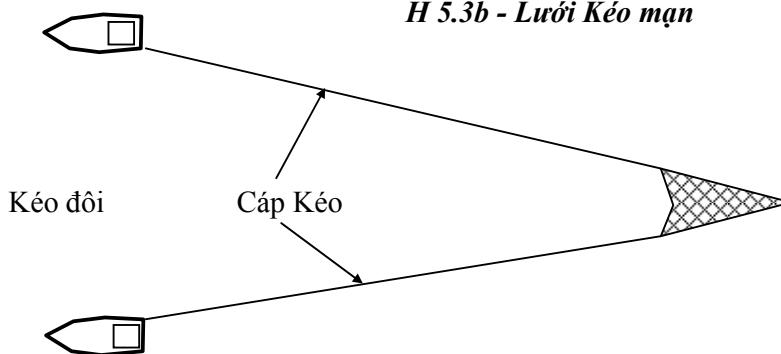
- **Căn cứ vào số lượng tàu thuyền kéo lưới**, có 2 loại:
 - Lưới kéo đơn (giả đơn): đơn đuôi (*H 5.3a*); đơn mạn (*H 5.3b*).
 - Lưới kéo đôi hay Giả đôi, hay Cào đôi (*H 5.3c*)



H 5.3a - Lưới kéo đơn (đuôi)

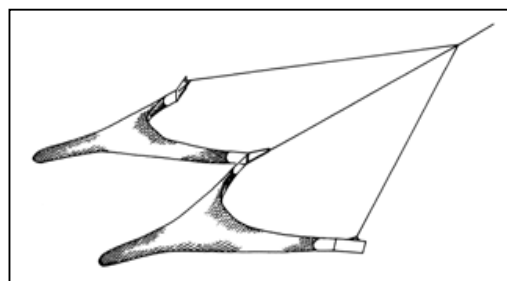


H 5.3b - Lưới Kéo mạn



H 5.3c - Lưới kéo đôi (cào đôi)

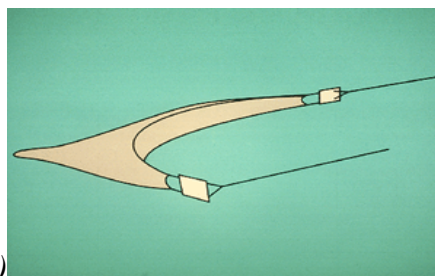
- **Căn cứ vào động lực** tàu thuyền kéo lưới, có 3 loại:
 - Lưới kéo thuyền buồm (ít sử dụng)
 - Lưới kéo thuyền buồm lắp máy
 - Lưới kéo cơ giới
- **Căn cứ vào cấu tạo lưới**, có 5 loại:
 - Lưới kéo có cánh
 - Lưới kéo không cánh
 - Lưới kéo 2 thân (2 tấm)
 - Lưới kéo 4 thân (4 tấm)
 - Lưới kéo dây
- **Căn cứ vào phương tiện vật lý tăng cường đánh bắt**
 - Lưới kéo thường
 - Lưới kéo điện
 - Lưới kéo ánh sáng
- **Căn cứ vào số lượng lưới được kéo**
 - Lưới kéo 2 lưới (H 5.4)
 - Lưới kéo 4 lưới
 - Lưới kéo 8 lưới
 - Lưới kéo 16 lưới



H 5.4 - Lưới kéo 2 lưới.

Ảnh của FAO, 1985

- **Căn cứ vào hệ thống mở miệng lưới**



- Lưới kéo có ván lưới (H 5.5)
- Lưới cào rường
- Lưới cào khung

- **Căn cứ vào đối tượng đánh bắt**

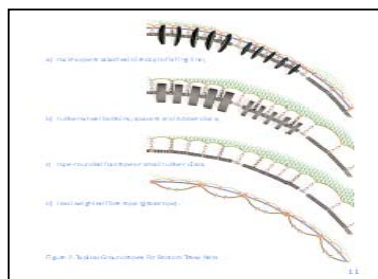
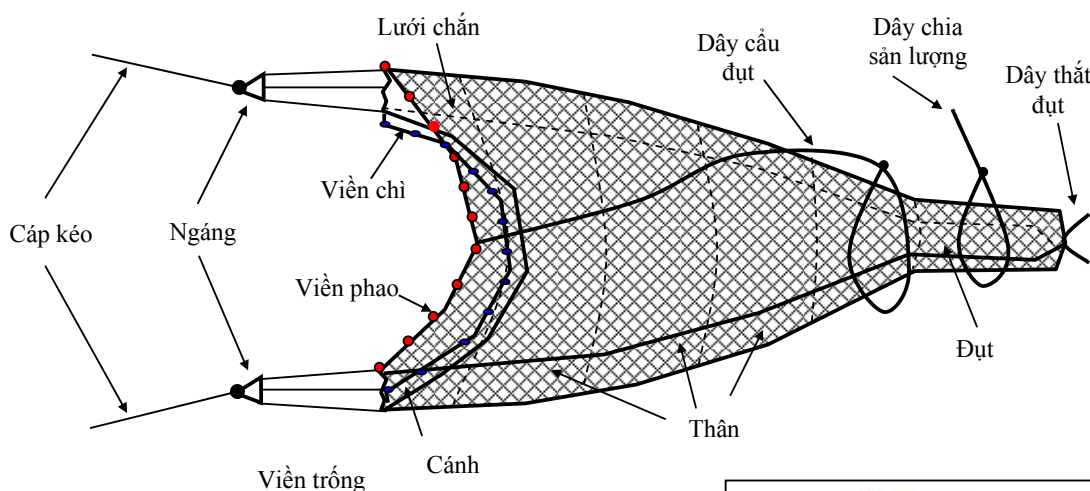
- Lưới kéo tôm
- Lưới kéo cá
- Lưới cào sò, điệp

Hiện nay ta đang ở giai đoạn thứ 2 của kỹ thuật khai thác, nghĩa là có sự kết hợp giữa cơ giới với các đặc tính sinh học cá, chẳng hạn, đánh cá kết hợp điện, ánh sáng,...

5.2 Lưới kéo tầng đáy

5.2.1 Cấu tạo lưới kéo

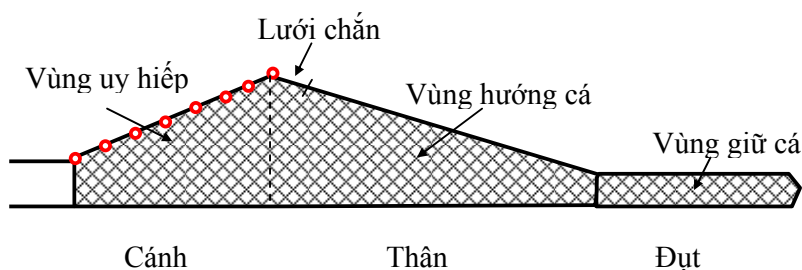
Cấu tạo của lưới kéo gồm: áo lưới, các dây giềng và các trang thiết bị phụ trợ (H 5.6).



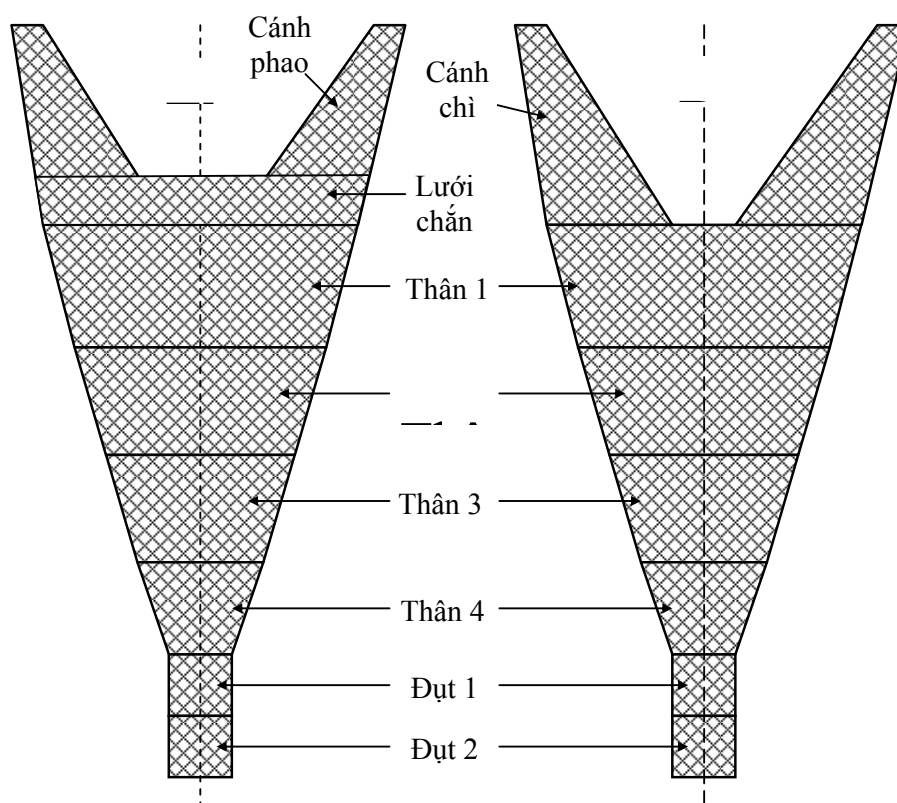
H 5.6 - Hình dạng tổng thể của lưới kéo

5.2.1.1. Áo lưới

Áo lưới kéo bao gồm 4 phần chính: Cánh lưới, lưới chắn, thân lưới, và đụp lưới (H 5.7a). Ngoài ra trong từng phần lưới còn được chia phụ thêm dựa theo kích thước mắt lưới và độ thô chỉ lưới (H 5.7b)



H 5.7a – Các bộ phận chủ yếu của áo lưới



H 5.7b - Bản vẽ khai triển từng phần của áo lưới

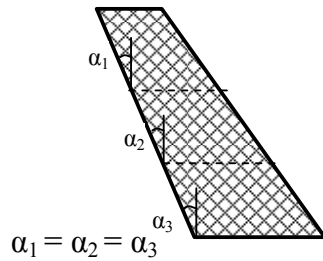
- **Cánh lưới**

Để làm ra cánh lưới người ta có thể đan một mạch để tạo thành tấm lưới theo phương pháp tăng hoặc giảm, hoặc có thể sử dụng tấm lưới đã được dệt sẵn rồi cắt ra thành từng tấm lưới có hình dạng nào đó, sau đó các tấm này được ráp lại bằng các đường suture hoặc có thể kết hợp giữa cả đan và cắt.

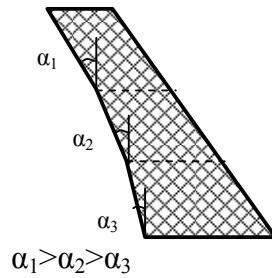
Cạnh mắt lưới, theo qui luật đi từ miệng trở vào thân và đụp thì nhỏ dần, mắt lưới tại đụp là nhỏ nhất. Vật liệu làm lưới có thể bằng sợi thiên nhiên, như sợi bông, đay,

gai,... hoặc bằng vật liệu sợi tổng hợp như Polyethylene, Nilon,... Hiện nay sợi thiên nhiên ít được sử dụng trong nghề cá, bởi cường độ đứt thấp và dễ bị mục nát khi để lâu trong nước.

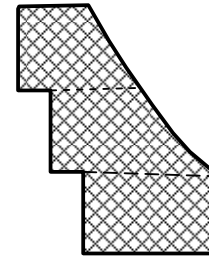
Biên ngoài của cánh lưới thường có 3 dạng sau: hình nón, hình phồng nón và hình chữ nhật.



Hình nón



Hình phồng nón



Hình chữ nhật

Ở đây, độ dốc của đường biên được đánh giá bằng độ nghiêng K . Độ nghiêng K được tính như sau:

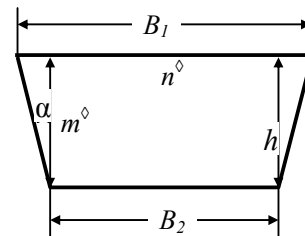
$$K = \tan \alpha = \frac{b}{h}$$

hay:
$$K = \frac{B_1 - B_2}{2h}$$

trong đó: $B_1 = 2 \cdot a \cdot n_1 \cdot U_1$

$$B_2 = 2 \cdot a \cdot n_2 \cdot U_1$$

$$h = 2 \cdot a \cdot m_2 \cdot U_2$$



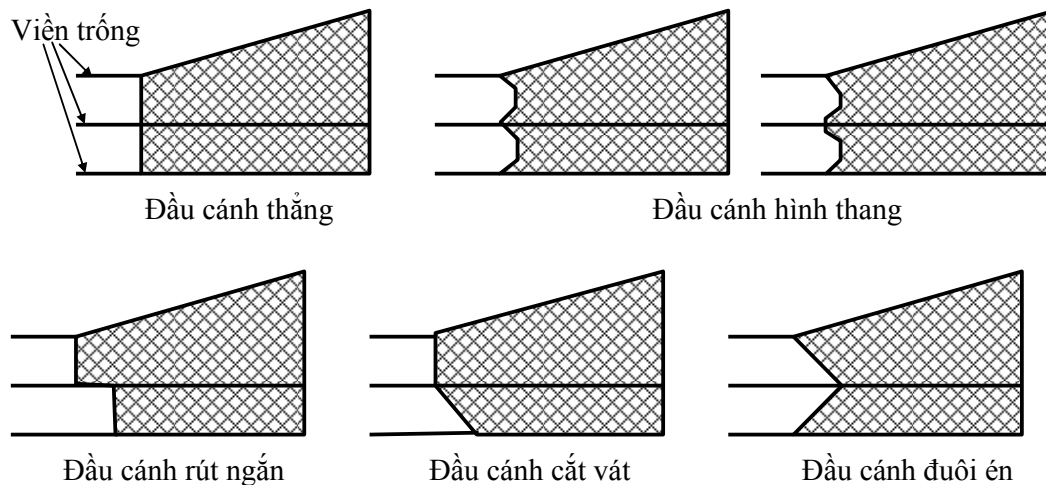
ở đây: a là kích thước cạnh mắt lưới; n_1 và n_2 tương ứng là số mắt lưới của cạnh đáy trên và đáy dưới; U_1 và U_2 tương ứng là hệ số rút gọn ngang và hệ số rút gọn đứng của tấm lưới.

Lưu ý:

- Khi độ nghiêng K nhỏ, thì lưới sẽ dài, gây tốn nhiều nguyên vật liệu, giá thành sẽ cao.
- Nếu độ nghiêng K lớn, lưới sẽ nhẹ, giá thành thấp, nhưng cá dễ thoát ra ngoài.

Đầu cánh lưới

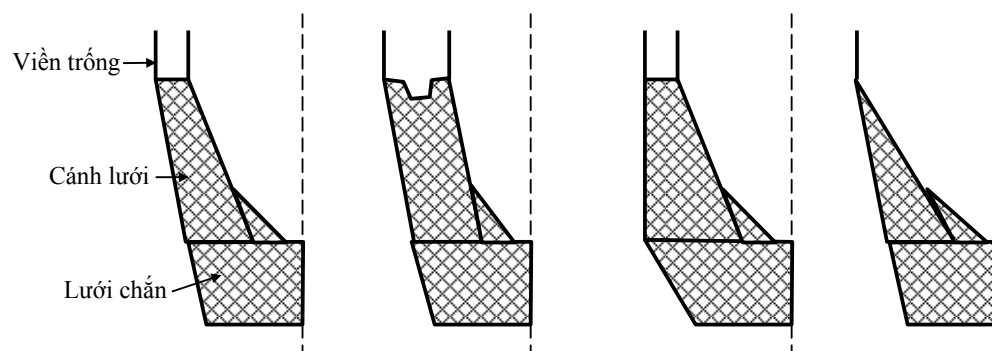
Hiện nay, lưới kéo trên thế giới có các dạng đầu cánh lưới như sau: đầu cánh thẳng; đầu cánh hình thang; đầu cánh cắt vát; và đầu cánh dạng đuôi én.



Trong các dạng đầu cánh như trên thì đầu cánh đuôi én thường được áp dụng nhất bởi cho độ mở cao là lớn nhất. Thực nghiệm về độ mở cao của các loại đầu cánh cho thấy rằng nếu ta giả định là độ mở cao của đầu cánh đuôi én là 100% thì đầu cánh đuôi thẳng và đầu cánh rút ngắn có độ mở cao là 70%; đầu cánh hình thang là 75%; và đầu cánh cắt vát là 80%. Do vậy, tùy theo đối tượng đánh bắt mà ta chọn đầu cánh có độ mở cao thích hợp.

Cánh lưới

Trên thế giới hiện nay có các dạng cánh lưới sau:



Tác dụng của cánh lưới lưới là để tăng diện tích vây vớt cá, tôm. Cánh lưới càng dài thì diện tích vây vớt càng lớn, nhưng sức cản cũng tăng lên. Để giảm lực cản cho cánh lưới, người ta nối thêm viền trống. Tác dụng của viền trống giúp đưa ván lưới ra xa cánh, giảm sự cố gây rách cánh lưới, đồng thời tạo điều kiện cho ván làm việc an toàn, ổn định. Viền trống đồng thời cũng là một cánh lưới giả có khả năng lùa quét cá, tôm.

- Chiều dài lưới chắn:

$$L_{\text{lưới chắn}} = (0,3-0,4).B$$

- Chiều dài lưới cánh:

$$L_{\text{cánh}} = (0,2-0,3).B$$

Lưu ý: Cánh lưới kéo tầng giữa thì ngắn hơn cánh lưới kéo tầng đáy.

- Chiều dài hàm trên:

$$L_{\text{hàm trên}} = (0,12-0,2).B$$

ở đây: B là chiều rộng kéo căng của tấm lưới chắn.

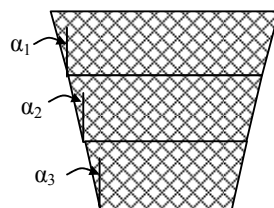
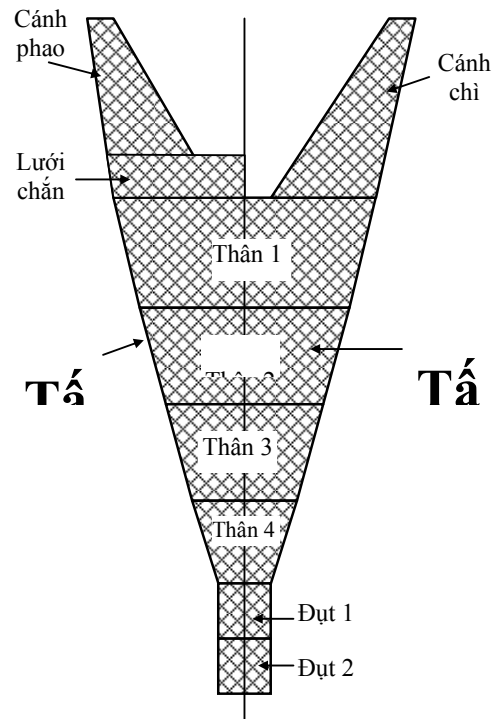
- Độ nghiêng của tấm lưới chắn:

$$K = 0,2-0,3$$

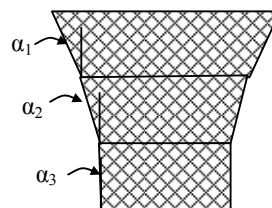
+ Thân lưới

Tác dụng của thân là tiếp tục lùa và hướng cá vào đọt. Do thân lưới phải dài nên thân có thể được phân thành nhiều đoạn thân có kích thước cạnh mắt lưới và độ thô chỉ lưới khác nhau.

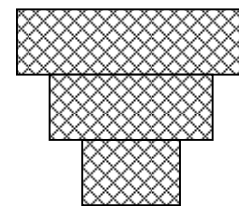
Hiện nay có 3 dạng thân lưới sau: thân hình nón; thân hình phồng nón; và thân hình chữ nhật.



Thân hình nón
 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$



Thân hình phồng nón
 $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$



Thân hình chữ nhật

- Chiều dài của thân:

$$L_{\text{thân}} = (0,2-0,6).B$$

nhưng thường thấy nhất là :

$$L_{\text{thân}} = (0,3-0,4).B$$

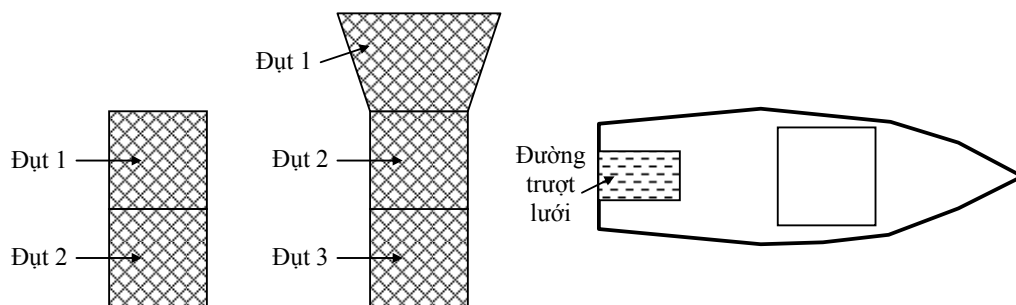
trong đó: B là chiều rộng kéo căng của mép trên của thân.

- Độ nghiêng của thân:

$$K = (0,2-0,3) \text{ nghĩa là } \alpha = (16-18)^\circ$$

+ Đọt lưới

Đọt lưới là nơi giữ cá, chứa cá và bắt cá. Do đó nhiệm vụ của đọt là không để cho cá thoát ra ngoài, cũng như không cho cá đóng vào lưới. Vì thế, đọt lưới là nơi có kích thước mắt lưới là nhỏ nhất và độ thô chỉ lưới lớn nhất so với các phần thân và cánh ($d/a \gg 1$). Ta có các dạng kiểu đọt lưới sau:



Trong quá trình làm việc đụt lưới kéo luôn bị ma sát với nền đáy, nên đụt thường bị mài mòn, do đó, ở phần đụt người ta còn làm thêm áo bao đụt, áo này có độ thô chỉ lưới lớn hơn và chống mài mòn tốt hơn so với áo đụt lưới.

Độ nghiêng của phần đụt : $K = 0,12-0,16$

Độ rộng phần đụt thì phụ thuộc vào chiều rộng của phần dùng cho trượt lưới khỏi tàu (ở đuôi tàu), phụ thuộc vào lực kéo của máy tời và phụ thuộc vào lượng cá chứa trong đụt lưới. Ta có thể tính chiều dài đụt lưới kéo theo công thức sau:

$$L = \frac{G}{q} + n$$

trong đó: G là sản lượng (theo tấn) của một mẻ lưới kéo.

q là trọng lượng cá chứa trong 1 m chiều dài đụt.

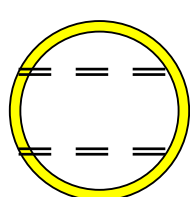
n là chiều dài dự trữ, thường $n = 2-2,5$ m

5.2.1.2 Các trang thiết bị của lưới kéo

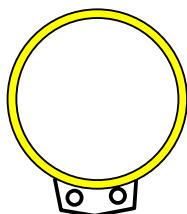
+ Phao

Trong lưới kéo người ta dùng phao để nâng miệng lưới, Trước đây chủ yếu là dùng phao thủy tĩnh, ngày nay người ta kết hợp giữa phao thủy tĩnh và phao thủy động. Phao dùng trong lưới kéo chủ yếu là phao cầu bằng nhựa hoặc thủy tinh tổng hợp. Nhưng nhược điểm của phao hình cầu thủy tĩnh thường bị vỡ và ở độ sâu lớn dễ bị ngấm nước, nên chủ yếu dùng ở độ sâu nhỏ hơn 100 m nước. Ở độ sâu lớn người ta phải dùng phao kim loại (H 5.8).

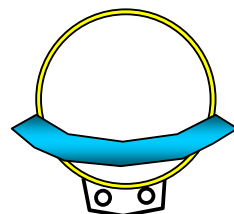
Để nâng độ mở đứng cho miệng lưới kéo, người ta còn lắp thêm ở giềng phao bởi một số phao thủy động, phao này sẽ có sức nổi tăng lên rất lớn một khi làm việc trong môi trường có lưu tốc dòng chảy hoặc vận tốc tàu.



Phao thủy tĩnh
không quai



Phao thủy tĩnh
có quai



Phao thủy
động

H 5.8 – Các loại phao thường dùng trong lưới kéo

Nếu gọi P là lực nổi của phao thủy động, thì lực nổi này sẽ là:

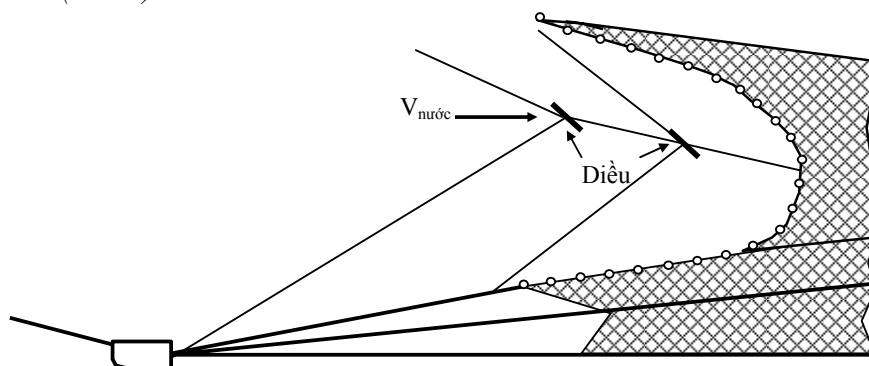
$$P = q + R_y$$

trong đó: q là thành phần lực nổi thủy tĩnh; R_y là thành phần lực nổi thủy động

Từ đây ta thấy, nếu:

- Nếu vận tốc nước lên phao thủy động $V = 0$ thì $R_y = 0$, khi đó: $P = q$, nghĩa là, lực nổi của phao thủy động sẽ bằng với lực nổi thủy tĩnh.
- Nếu vận tốc nước lên phao thủy động $V \neq 0$ thì $R_y \neq 0$, khi đó: $P = q + R_y$, nghĩa là, lực nổi của phao thủy động sẽ bao gồm cả lực nổi thủy tĩnh và lực nổi thủy động.

Ngoài ra, để làm tăng độ mở cao cho viên phao người ta còn lắp "điều" ở miệng lưới kéo (H 5.9).



H 5.9 - Vị trí của điều trong lưới kéo

+ Các dây giềng trong lưới kéo

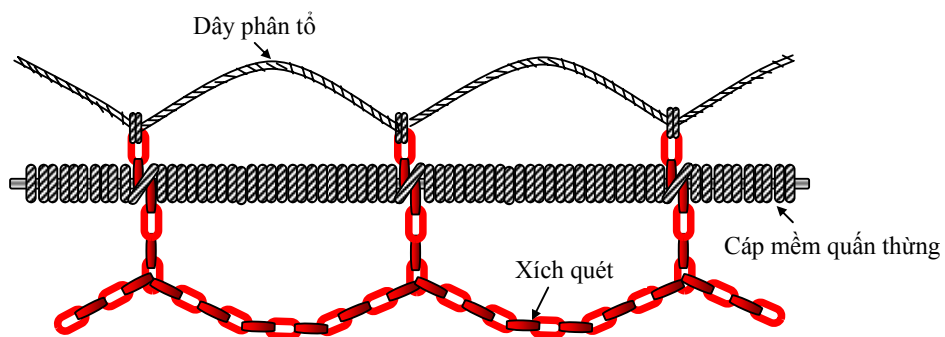
Tác dụng của giềng phao và giềng chì nhằm tạo độ mở đứng cho miệng lưới kéo. Các dây giềng trống (dây đôi), gồm: giềng trống của giềng phao (đôi phao); giềng trống của giềng chì (đôi chì); và giềng trống của giềng lực hông (đôi biên) nhằm đưa ván ra xa lưới và tăng diện tích lùa quét.

Dây nâng miệng lưới chạy dọc theo giềng phao đến giữa giềng phao rồi vòng theo cánh lưới đi xuống giềng chì. Mục đích sử dụng của dây nâng miệng lưới là để nâng giềng chì nặng lên trước khi thao tác thu lưới.

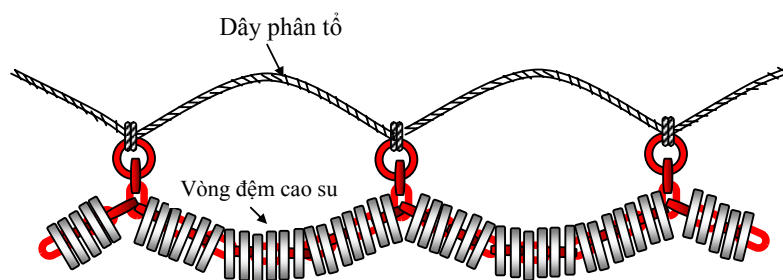
Đối với lưới cơ giới thì giềng phao gồm 3 đoạn, mỗi đoạn được làm bằng dây cáp thép có bọc sợi thực vật bên ngoài. Giềng chì cũng gồm 5-7 đoạn dây cáp thép có bọc sợi thực vật. Cần lưu ý là trong lưới kéo có hai loại giềng chì: giềng chì cứng và giềng chì mềm.

Nếu nền đáy tương đối "mềm", bằng phẳng thì người ta dùng giềng chì mềm. Chẳng hạn ở vùng Vịnh Bắc bộ, biển Đông-Nam bộ và vịnh Thái lan thường dùng loại giềng chì mềm này. Nếu nền đáy khá cứng, gồ ghề, lồi lõm thì dùng giềng chì cứng để chống mài mòn, chẳng hạn một vài vùng của biển Trung bộ.

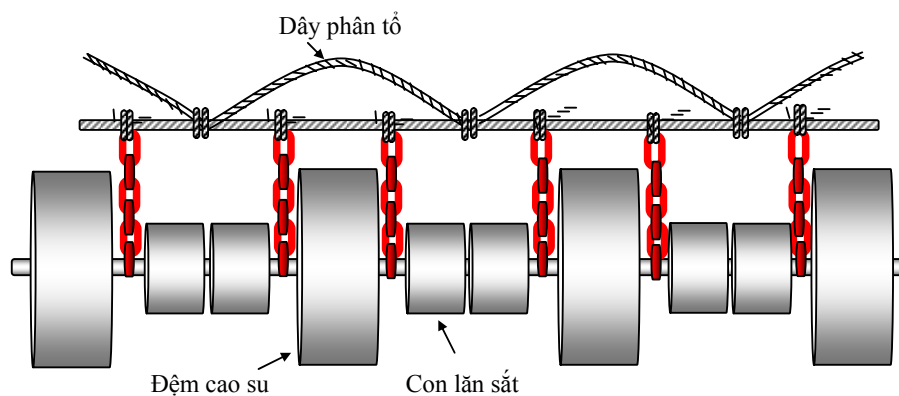
Thông thường, đối với giềng chì mềm, bên trong có lõi giềng bằng cáp thép, thì bên ngoài trước hết được quấn một lớp chì lưới cũ, sau đó quấn dây thùng mềm (H 5.10a, b, c).



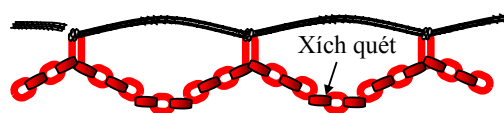
H 5.10a - Lắp xích quét vào cáp mềm quần thùng



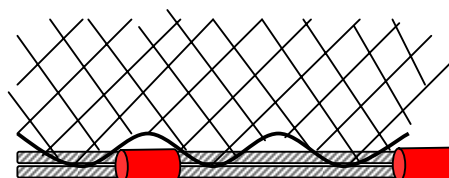
H 5.10b - Giếng chì bằng xích và vòng đệm cao su



H 5.10c - Giếng chì bằng vòng đệm cao su và con lăn sắt



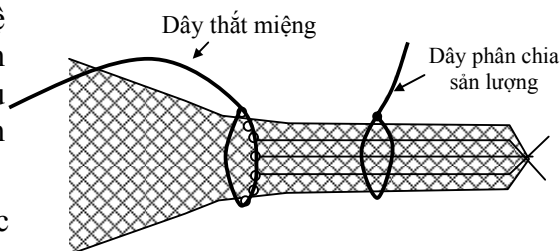
Lắp trực tiếp xích lên vào giếng



Lắp chì trực tiếp vào giếng

H 5.10d - Lắp chì vào giếng

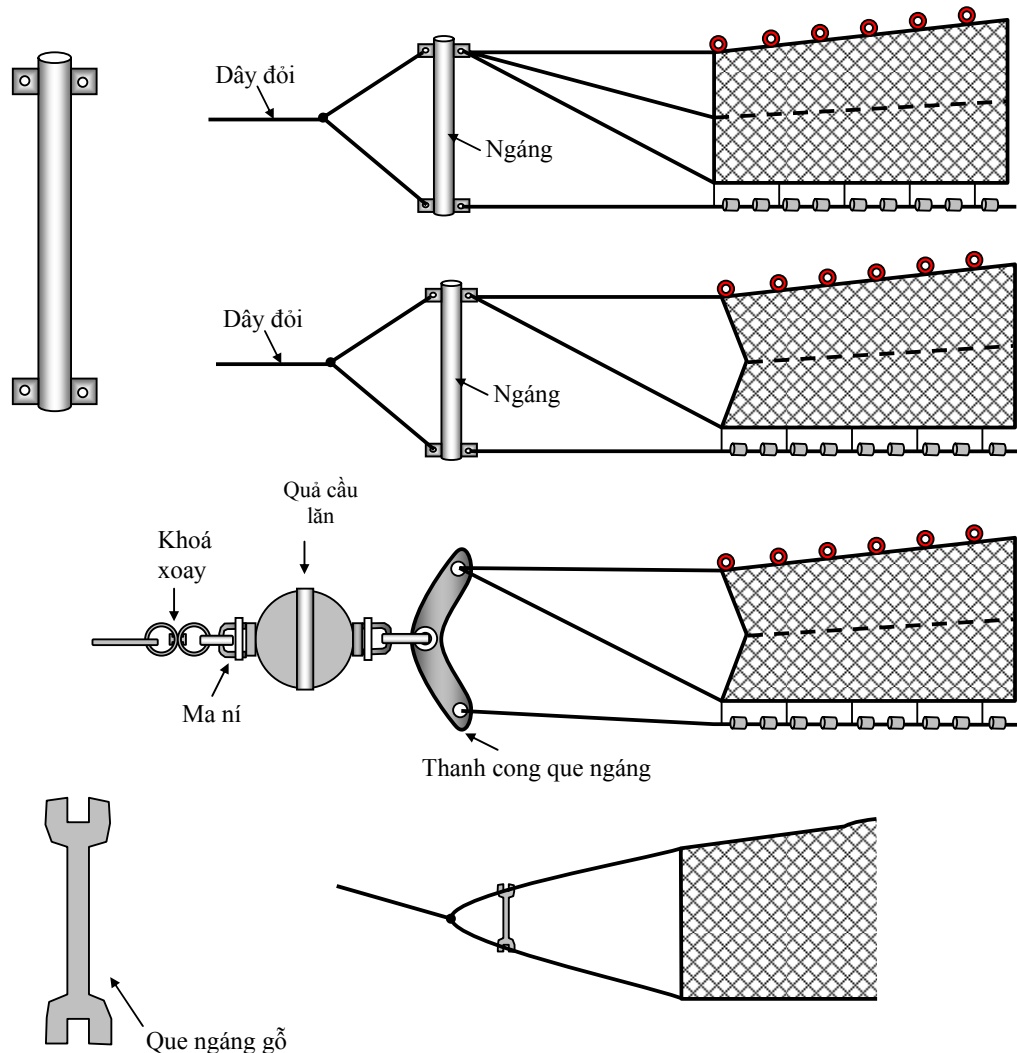
- Các giềng lực hông của thân lưới có chức năng gánh bớt các lực tải cho lưới trong quá trình dặt lưới. Đảm bảo cho lưới không bị rách do tải quá lớn tác dụng lên lưới. Các giềng này được lắp dọc từ đầu cánh ra tới đút lưới kéo.
- **Vòng dây thắt miệng đút** được lắp được lắp quanh đút lưới kéo thông qua hệ thống các vòng khuyên. Khi thu sản lượng người ta dùng máy tời và cần cẩu để thu dây này để nâng sản lượng lên tàu.
- **Vòng dây phân chia sản lượng** được dùng khi sản lượng khai thác cao nhằm tránh trường hợp đút bị rách do sản lượng quá nặng.



+ Que ngáng

Que ngáng được lắp ở đầu cánh lưới, có tác dụng đảm bảo ổn định độ mở cao ban đầu của miệng lưới kéo (*H 5.11*).

Có nhiều dạng que (thanh) ngáng, gồm: que ngáng là ống thép hình trụ, dài từ (0,8-1,2)m; Que ngáng dạng con lăn; que ngáng gỗ thủ công, dài (20-30) m,...



Gần đây có nhiều lưới không dùng que ngáng. Cấu trúc lưới không dùng que ngáng thường có độ mở cao rất lớn, thường áp dụng cho khai thác cá tầng đáy và tầng giữa.

+ Dây cáp kéo

Dây cáp kéo dùng để kéo và đưa lưới đến độ sâu cần thiết phục vụ cho việc đánh bắt. Dây cáp kéo có thể làm bằng thừng hoặc cáp thép. Tùy thuộc vào công suất của tàu, tốc độ dặt lưới và sức cản của hệ thống lưới mà có độ thô khác nhau. Độ dài của dây cáp kéo phải đảm bảo đủ đưa lưới đến độ sâu cần thiết và có độ võng thích hợp sao cho lưới và ván làm việc ổn định, đồng thời phải có chiều dài dự trữ thích hợp được quấn sẵn trong tang tời lưới kéo.

+ Dây đôi

Tác dụng của dây đôi (giềng trống) ngoài việc đưa ván lưới ra xa cánh, nó còn có tác dụng lừa cá. Dây đôi thường có đường kính lớn hơn dây cáp kéo (do có bọc thêm dây sợi thực vật bên ngoài), nhưng lực đứt nhỏ hơn dây cáp kéo. Trong quá trình làm việc nhờ vật quét sát đáy của ván dọc theo hệ thống dây đôi mà hình thành nên bức tường bụi vô hình làm cho cá không dám chui qua hệ thống dây đôi để ra ngoài miệng lưới.

+ Ván lưới

Ván lưới có nhiệm vụ tạo độ mở ngang cho miệng lưới, ổn định diện tích lửa quét của lưới kéo. Ván lưới được bố trí hai bên đầu cánh lưới. Ngoài ra hiện nay để tăng độ mở cao cho miệng lưới, thì ngoài phao, người ta còn lắp ván ở viền phao, gọi là “điều”. Ván lưới có rất nhiều dạng, gồm: ván chữ nhật phẳng; ván chữ nhật cong; ván bầu dục phẳng (1 khe, 2 khe, 3 khe); ván chòm cầu; ván lá sách,... (H 5.12).

Ván lưới kéo thường làm bằng gỗ có nẹp thép giữ bọc lại, trong một số ván chòm cầu chỉ dùng toàn bằng thép. Gần đây người ta sử dụng nhiều ván các loại ván bầu dục và chòm cầu, bởi độ mở của nó lớn hơn rất nhiều so với ván phẳng.

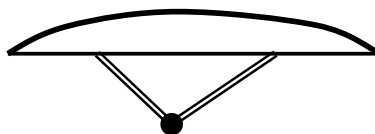
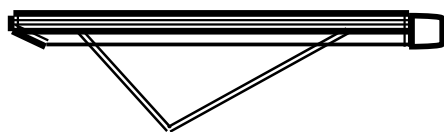
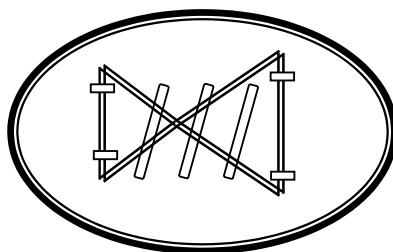
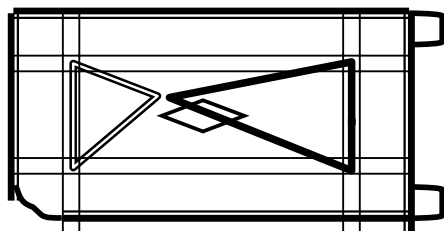
Lực mở của ván (R) là tổng của lực cản ma sát (R_x) và lực bồng thủy động (R_y).

$$\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y$$

Hệ số lực mở của ván lưới (K) được tính như sau:

$$K = \frac{R_y}{R_x} = \frac{C_y \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S}{C_x \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S} = \frac{C_y}{C_x}$$

Trong đó: C_x và C_y , tương ứng, là hệ số lực cản ma sát và hệ số lực bồng; ρ – là mật độ chất lỏng; V – là tốc độ dịch chuyển của ván lưới; S - là diện tích ván lưới kéo.



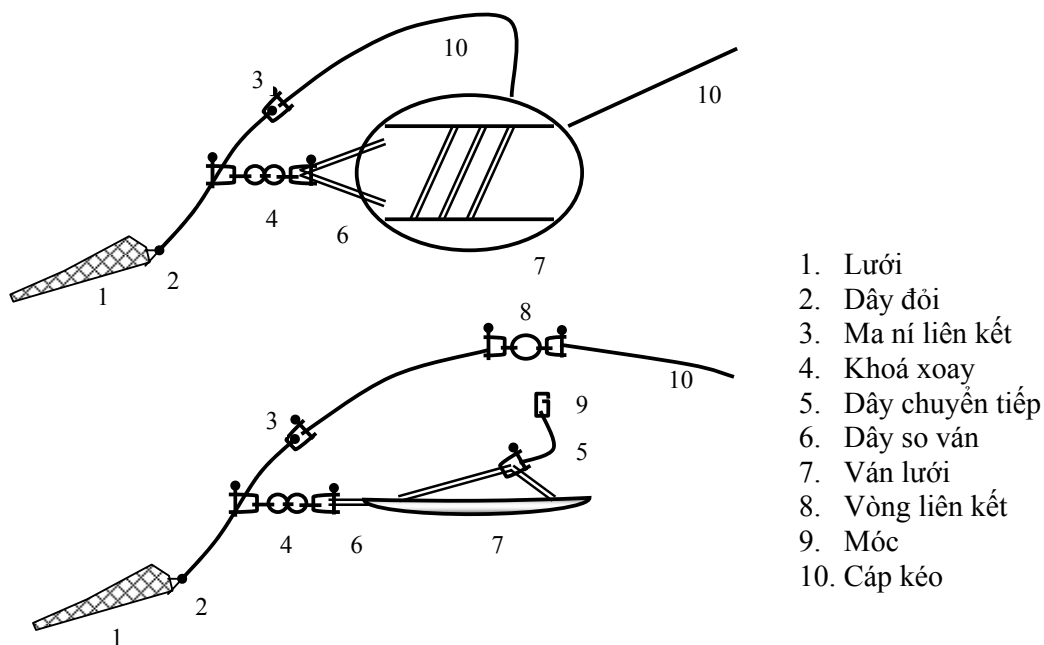
Ván chữ nhật

Ván bầu dục

H 5.12 – Các loại ván lưới kéo

+ Cách liên kết ván vào các hệ thống lưới, dây đổi và cáp kéo

Ta có sơ đồ liên kết ván với cáp kéo như sau (H 5.13):



H 5.13 – liên kết ván vào hệ thống lưới

5.2.2 Phương pháp biểu thị kích thước lưới kéo

5.2.2.1 Ở Việt Nam:

Số mắt lưới ở miệng x 2a miệng (mm) x Chiều dài từ cánh tới đụt (m)

5.2.2.2 Ở Trung quốc: Chiều dài viền phao (m) x Chu vi kéo căng ở miệng (m)

Số mắt lưới ở miệng

5.2.2.3 Ở Tây Âu: Chiều dài giềng phao (m) / Chu vi miệng lưới (m)

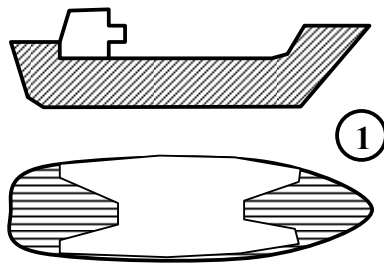
5.2.3 Tàu đánh lưới kéo và kỹ thuật khai thác lưới kéo

5.2.3.1 Sơ đồ bố trí mặt boong tàu lưới kéo đuôi và tàu lưới kéo mạn

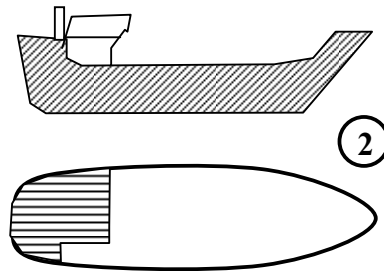
Trong thực tế đánh bắt bằng lưới Kéo ta thấy có hai kiểu bố trí mặt boong làm việc là bố trí trước Cabin (Tàu lưới kéo mạn) hoặc sau Cabin (tàu lưới kéo đuôi). Sự bố trí này tùy thuộc vào mục đích sử dụng nhưng cũng còn phụ thuộc vào kiểu thiết kế tàu truyền thống của từng địa phương khác nhau. Mỗi kiểu bố trí đều có các ưu, nhược điểm riêng của nó.

5.2.3.1.1 Sơ đồ bố trí tàu lưới kéo mạn

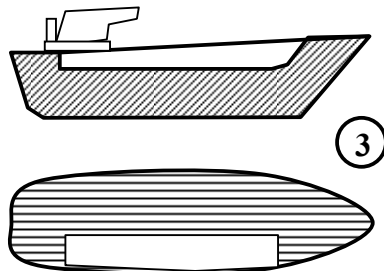
Ta có một số sơ đồ bố trí mặt bằng boong ở một số tàu lưới kéo mạn như sau (H 5.14):



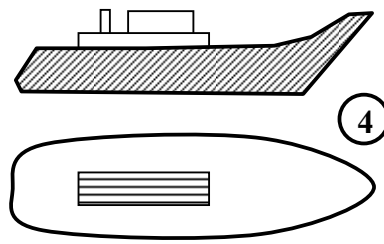
1. Kéo lưới được cả hai mạn. Cho phép tiết kiệm thời gian tùy theo thiết kế.



2. Chỉ làm việc được một mạn. Dùng được cho lưới kéo mạn phải và đánh được cả lưới rê cơ giới.



3. Lưới giả mạn phải. Có chế biến ngay trên tàu.

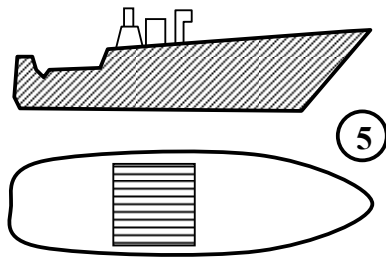


4. Loại tàu nhỏ. Kéo mạn đôi. Sử dụng cho nhiều nghề. Trang bị thô sơ.

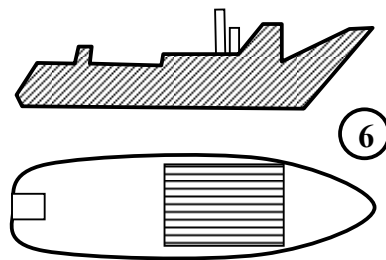
H 5.14 - Sơ đồ bố trí mặt bằng ở một số tàu lưới kéo mạn

5.2.3.1.2 Sơ đồ bố trí tàu lưới kéo đuôi

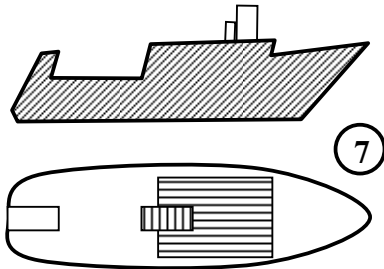
Ta có một số sơ đồ bố trí mặt bằng boong ở một số tàu lưới kéo đuôi như sau (H 5.15):



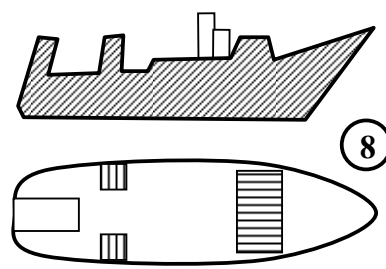
5. Lưới kéo đặc biệt, có khả năng cơ giới hoá cao. Có sàn trượt. Lưới ít bị tai nạn. Tiết kiệm thời gian. Dễ cơ giới hoá, tùy theo chiều dài đường trượt.



6. Tính năng của tàu tương tự loại tàu thứ năm, nhưng đường trượt dài.



7. Tính năng của tàu tương tự loại tàu thứ năm, nhưng đường trượt dài hơn.



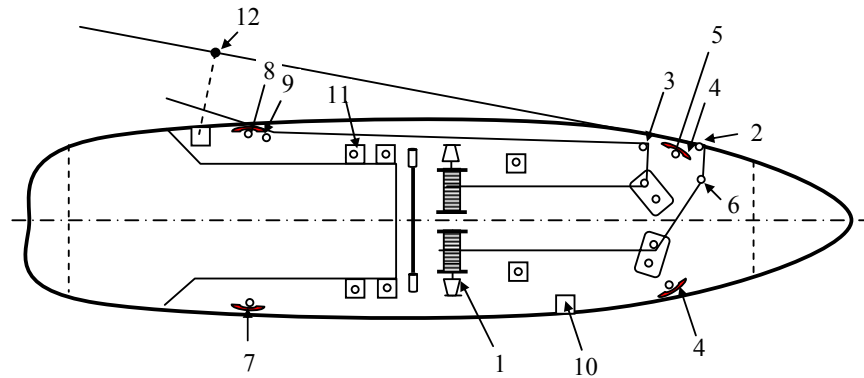
8. Đường trượt rất dài. Đường hầm chân vịt ngắn. Khoan chứa cá nhiều.

H 5.15 - Sơ đồ bố trí mặt bằng ở một số tàu lưới kéo đuôi

5.2.4 Sơ đồ bố trí các thiết bị trên tàu lưới kéo mạn và kỹ thuật khai thác lưới kéo mạn

5.2.4.1 Sơ đồ bố trí hệ thống thu và thả lưới

Các trang thiết bị trực tiếp phục vụ cho khai thác lưới kéo, bao gồm các máy tời kéo và thả cáp; cần cẩu nâng lưới và ván; và một số trang thiết bị khác. Ta có sơ đồ bố trí hệ thống tời thả và thu lưới như sau (H 5.15):



- | | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. Máy tời lưới giả | 5. Ròng rọc treo | 9. Ròng rọc đổi hướng cáp |
| 2. Ròng rọc đứng | 6. Ròng rọc đổi hướng cáp | 10. Giá đỡ dây nâng miệng |
| 3. Ròng rọc mạn | 7. Giá ván đuôi | 11. Ròng rọc dẫn ở cabin |
| 4. Giá ván mũi | 8. Ròng rọc treo | 12. Ròng rọc (Pu-li) hãm |

Hình 5.15 – Sơ đồ bố trí các thiết bị tàu lưới kéo mạn

5.2.4.2 Kỹ thuật khai thác lưới kéo mạn

Kỹ thuật khai thác lưới kéo mạn gồm 5 bước: Chuẩn bị; Thả lưới; Dắt lưới; Thu lưới; và lấy cá (đồng thời chuẩn bị cho mẻ khai thác tiếp theo sau đó).

+ Chuẩn bị

Trước khi bắt đầu đi khai thác thì các công việc cần thiết phục vụ cho chuyến biển đều phải được chuẩn bị trước và đầy đủ. Phải kiểm tra lại lưới, các loại dây, đặc biệt là dây cáp kéo cần phải được so lại cho bằng nhau, có đánh dấu từng đoạn chiều dài, các lon lãn, ru-lô,... đều phải xem xét lại, thay thế nếu cần thiết. Cần dự phòng thêm một hoặc hai vàng lưới kéo để phòng khi rách hoặc mất lưới do gặp phải chướng ngại vật nền đáy trong quá trình hoạt động.

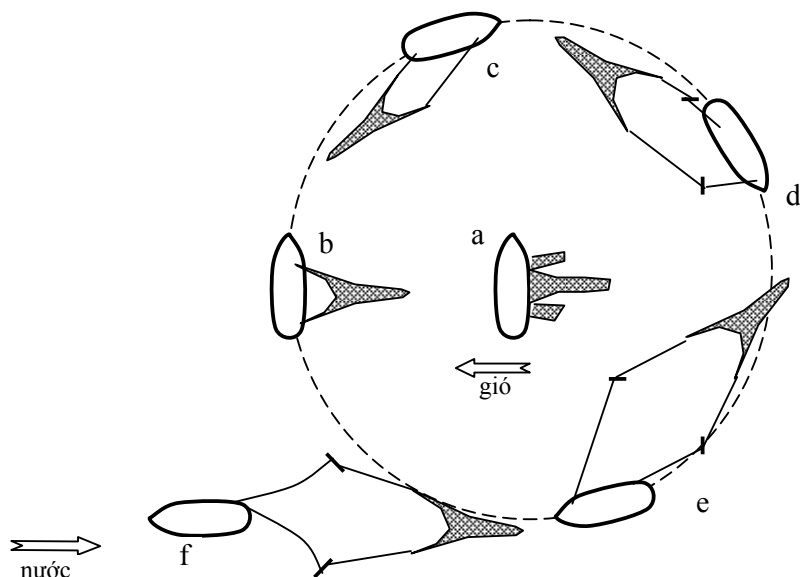
Tàu bè cũng phải được xem xét lại và nhiên liệu cho chuyến biển chuẩn bị đầy đủ. tuy nhiên, nếu có thể bổ sung nhiên liệu được ở ngoài biển thì việc chuẩn bị nhiên liệu cũng tương đối vừa phải.

Lương thực, thực phẩm cũng cần phải chuẩn bị chu đáo nếu khai thác xa bờ và dài ngày.

Sau khi chuẩn bị tương đối đầy đủ các thứ cần thiết thì cho tàu hướng đến ngư trường dự định sẽ đánh bắt sau đó.

+ Thả lưới

Để đảm bảo cho việc khai thác được thuận lợi, ta phải theo qui trình kỹ thuật thao tác thả lưới Kéo như sau (Hình 5.16):



- Với tình trạng tàu ổn định, đút được thả ra, tàu dạt xa ngư cụ.
- Hai dây dõn được thả ra
- Tàu quay 90° , tời cánh phải nhả ra và cáp kéo cánh phải cũng chạy ra.
- Tàu quay 180° , hãm tời cánh phải khi ván phải ngang ván trái.
- Thả từ từ hai ván song song nhau đến chạm đáy
- Tăng tốc độ tàu theo tốc độ sinh học khai thác.

H 5.16 – Quy trình kỹ thuật thao tác thả lưới kéo

Công việc xác định ngư trường, tìm ra luồng cá để thả lưới thì phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm đánh bắt của thuyền trưởng và các thiết bị thăm dò cá. Sau khi đã chọn được vị trí, khu vực thả lưới, cũng như là hướng dặt lưới thì thuyền trưởng cho tàu giảm tốc độ. Tốc độ này được tính toán dựa theo tốc độ đi tới của tàu và tốc độ thả cáp kéo.

Đối với lưới kéo mạn cần căn cứ theo hướng nước, hướng gió mà thả lưới để đảm bảo cho lưới và ván không gặp sự cố khi bắt đầu thả. Cần phải đảm bảo nguyên tắc là sau khi thả lưới xong thì mạn làm việc phải nằm về phía dưới gió. Tiếp đó, nếu thấy lưới thả ra bình thường (lưới không bị lộn, xoắn,...) thì bắt đầu thả dây dõn.

Để đảm bảo an toàn thả lưới trong điều kiện có sóng, gió lớn thì khi lưới đã xuống nước cần cho tàu chạy vòng tròn để lưới mở ra theo đúng hình dạng của nó.

Trong quá trình thả ván thì đầu tiên người ta thả ván mũi trước đến khi nào ván mũi đi ngang qua máy tời thì bắt đầu thả ván đuôi, phải thả dây ra từ từ để tránh hiện tượng chéo ván, dễ gây tai nạn cho lưới. Trong quá trình thả lưới phải tìm hiểu độ sâu nơi thả lưới, cần thả sao cho dây chạm đáy biển ở độ võng thích hợp, thông thường chiều dài cáp kéo thả ra phải gấp 3-4 lần độ sâu, nếu độ sâu nhỏ hơn 100 m nước, còn nếu độ sâu lớn hơn 100 m nước thì thả cáp dài gấp 2,5-3,0 lần độ sâu khai thác.

Khi ván gần chạm đáy biển thì phải giảm tốc độ cho ván rớt êm xuống nền đáy, nhằm tránh tai nạn cho ván, bởi nếu thả ván chìm quá nhanh ván có thể bị cấm bùn. Sau khi thả ván xong thì bắt đầu thả cáp kéo đủ chiều dài cần thiết, rồi dùng máy tời kéo cáp phía ngoài vào sát chung với cáp phía trong.

+ **Dắt lưới**

Thời gian dắt lưới cũng là thời gian làm ra sản lượng khai thác. Trong một chu kỳ của mẻ lưới đánh bắt thì giai đoạn này là thời gian trực tiếp làm ra sản phẩm. Trong giai đoạn dắt lưới, cần chú ý đến hai yếu tố cần thiết và quan trọng là: tốc độ dắt lưới và thời gian dắt lưới.

Tốc độ dắt lưới thì chưa hẳn là phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của cá. Đối với mỗi loại tàu nhất định nào đó và tùy từng loại cá mà sẽ có tốc độ dắt lưới tối ưu. Việc xác định tốc độ dắt lưới tối ưu thì phụ thuộc vào kinh nghiệm của người khai thác, trên cơ sở xác định được tốc độ cần thiết sao cho đảm bảo vừa đủ đánh bắt cá, bởi vì tốc độ lớn hơn hoặc nhỏ hơn tốc độ tối ưu này thì sản lượng khai thác sẽ giảm. Thí dụ,

- nếu gọi P_p là sức kéo của tàu = hằng số (const.)

- nếu gọi R là lực cản của lưới, $R = K.S.V^2$.

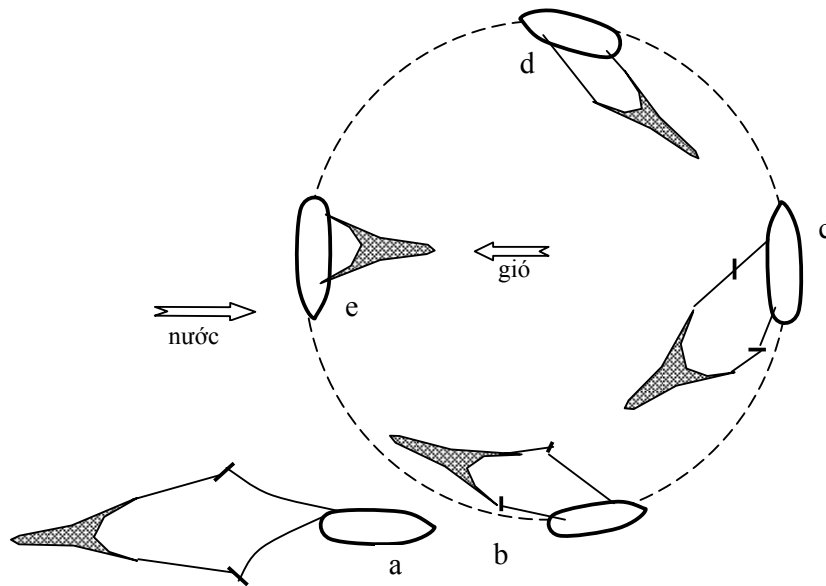
Trong điều kiện làm việc bình thường thì: $R = K.S.V^2 = P_p = \text{const}$. Nếu vận tốc dắt lưới tăng lên n lần, thì lực cản R tăng lên n^2 lần, khi đó hiệu suất khai thác sẽ giảm, bởi tốc độ di chuyển của tàu giảm.

Thời gian dắt lưới thông thường từ (0,5 – 3,0) giờ. Thời gian dắt lưới ngắn hay dài là tùy thuộc vào ngư trường rộng hay hẹp, mật độ cá nhiều hay ít. Nếu thời gian dắt lưới quá ít cá sẽ không vào nhiều, rất tốn công lao động và nhiên liệu cho phải tời thu thả lưới bởi việc thu thả lưới quá nhiều lần, nhưng nếu thời gian dắt lưới quá dài có thể gây quá tải cho việc kéo lưới, mặt khác cá cũng bị hư hại nhiều. Do vậy, nếu chỉ là khai thác thăm dò ngư trường thì thời gian dắt lưới thăm dò có thể từ 0,4-1,0 giờ. Còn khi khai thác ổn định thì thời gian dắt cho một mẻ lưới có thể là 3 giờ.

Trong quá trình dắt lưới cần bám sát ngư trường hoặc đàn cá, bỏ đàn cá có thể chỉ xuất hiện trong một vùng nhỏ hoặc nằm ở luồng lạch hẹp. Do vậy, cần thay đổi phương dắt lưới, chạy tới rồi quay đầu lại theo hướng song song với hướng trước đó, cứ thế mà chạy đi, rồi quay lại nhiều lần. Trong thời gian này cũng cần theo dõi, để ý đến diễn biến tình hình các tàu bè đi lại hoặc các phương tiện, nghề khai thác khác xung quanh khu vực tàu ta đang hoạt động nhằm tránh gây sự cố va đụng tàu thuyền khác hoặc lưới kéo của ta có thể chạy cắt ngang ngư cụ khác như là lưới rê, nghề câu,...

+ **Thu lưới**

Ta có qui trình kỹ thuật thao tác thu lưới Kéo như sau (*Hình 5.17*):



H 5.17 – Quy trình kỹ thuật thao tác thu lưới kéo

Sau khi đủ thời gian mong muốn cho một mẻ lưới thì ta tiến hành thu lưới. Khi thu lưới, trước hết, ta cần giảm tốc độ tàu. Có thể cắt ly hợp số của máy tàu, chỉ cho tàu đi tới bằng trớn. Tiếp đó, cho máy tời hoạt động để thu cáp kéo, trong thời gian này cần cẩn thận xem xét coi hai ván có được cuộn lên đều không, bởi có thể có một ván bị xúc bùn, dễ gây nguy hiểm lật tàu. Đến khi nào hai ván đã lên hết trên mặt nước, ta tiến hành đưa ván lưới vào đúng giá treo của nó. Cần lưu ý là đối với lưới kéo thả mạn thì trong quá trình thu lưới cũng phải chạy vòng tròn ngược lại với quá trình thả lưới và theo nguyên tắc là mạn làm việc của tàu phải nằm cuối gió, nếu có sóng gió to.

+ Lấy cá

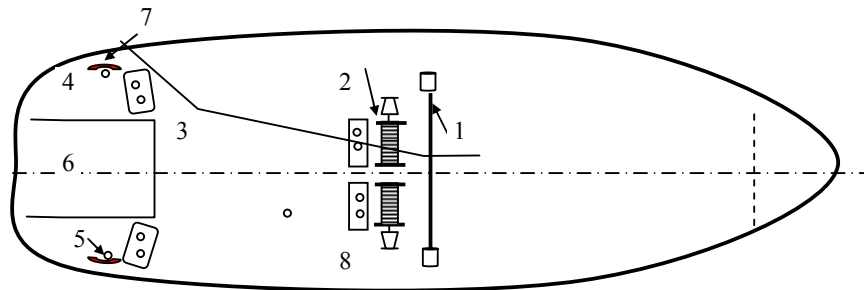
Sau khi thu lưới đến phần đụt thì cần đụt lên tàu, nếu sản lượng cao thì phải dùng đến dây phân chia sản lượng để cần từng phần, xỏ cá ra, rồi tiếp tục thu phần còn lại.

Sau khi xỏ tháo cá xong thì xem xét nếu thấy lưới bị rách một vài chỗ nhỏ cần phải vá lại ngay, rồi thắt miệng đụt lại và tiếp tục chuẩn bị thả mẻ tiếp theo.

5.2.5 Sự bố trí, trang thiết bị lưới kéo đuôi và kỹ thuật khai thác lưới kéo đuôi.

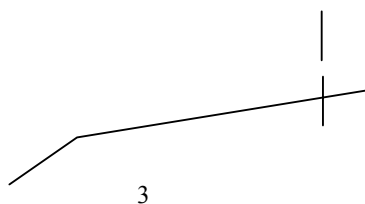
5.2.5.1 Sơ đồ bố trí lưới kéo đuôi

Ta có sơ đồ bố trí các trang thiết bị lưới kéo đuôi trên boong tàu như sau (H 5.18):



- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Máy tời lưới giả | 5. Giá ván phải |
| 2. Tời thả cáp | 6. Rãnh trượt lưới |
| 3. Ròng rọc đổi hướng cáp | 7. Ván trái |
| 4. Giá ván trái | 8. Ống lăn xếp cáp |

H 5.18 – Sơ đồ bố trí trang thiết bị tàu lưới kéo đuôi



Ưu điểm của tàu lưới kéo đuôi là ít tiêu hao công suất hơn so với tàu kéo mạn. Thuận tiện cho việc thao tác lưới; ít làm hư hại cá, đảm bảo hướng dất lưới và không phải quay trở khi thả và thu lưới, nhất là trong điều kiện gặp phải sóng to, gió lớn. Hiện nay tàu lưới kéo đuôi chiếm ưu thế trong nghề lưới kéo.

5.2.5.2 Kỹ thuật khai thác lưới kéo đuôi

Nhìn chung, kỹ thuật khai thác lưới kéo đuôi cũng gồm các bước: chuẩn bị, thả lưới, dất lưới, thu lưới và bắt cá giống như lưới kéo mạn. Nhưng ở phần thả và thu lưới thì không phải thực hiện quay trở như lưới kéo mạn, do vậy lưới kéo đuôi thường được áp dụng trong nghề khai thác bằng lưới kéo.

5.2.6 Lưới kéo tàu đôi

Đặc điểm khác biệt của lưới cào đôi là không sử dụng ván lưới. Do vậy tránh được sự cố ván cấm bùn như trong lưới cào đơn. Nhưng để miệng lưới mở ra đòi hỏi hai tàu phải đi song song nhau ở khoảng cách nhất định.

Ưu điểm của lưới cào đôi là không cần tàu phải có công suất lớn, nhưng có thể kéo được miệng lưới lớn hơn so với tàu lưới kéo đơn, nếu so cùng tổng công suất.

Nhược điểm của lưới cào đôi là đòi hỏi hai tàu phải phối hợp nhịp nhàng. Điều này không dễ thực hiện trong điều kiện sóng to, gió lớn, hai tàu có thể va vào nhau, hoạt động miệng lưới không ổn định nếu tốc độ dất lưới không như nhau.

5.2.7 Các tai nạn chủ yếu của lưới kéo

- Lưới bị biến hình
- Bị lật lưới
- Đứt dây cáp kéo và dây đôi
- Bị chéo ván hoặc ván cắm bùn
- Bị vướng chướng ngại vật dưới nền đáy.

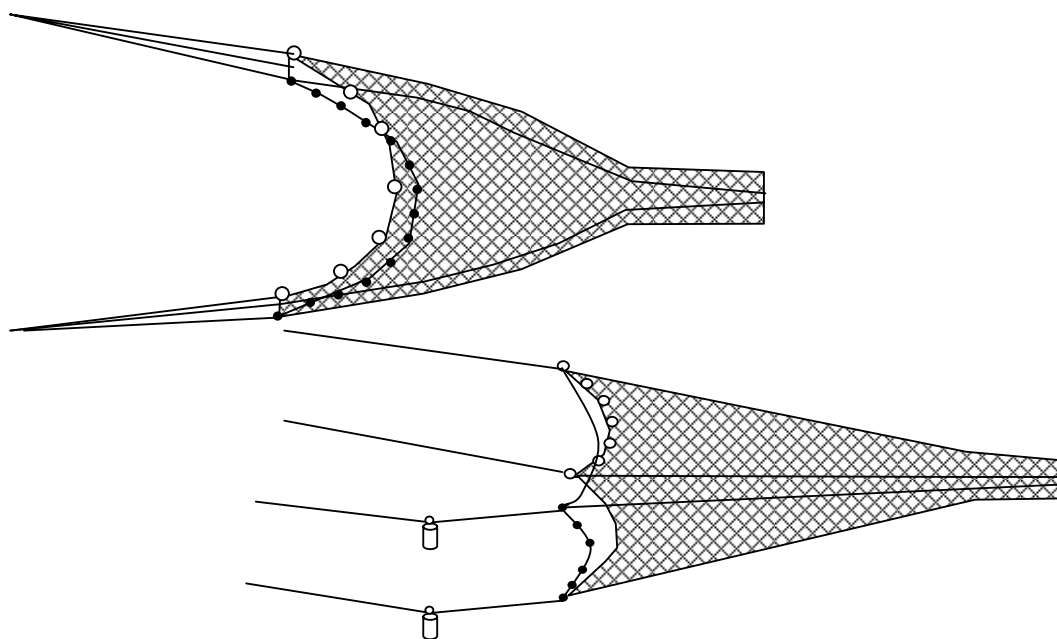
5.3 Lưới kéo tầng giữa

5.3.1 Cấu tạo của lưới kéo tầng giữa

Cấu tạo của lưới kéo tầng giữa thì đa số là lưới 4 tấm và kéo đôi (H 5.19). Lưới này chìm nhanh và mở nhanh, nhưng hoạt động của nó thì phức tạp hơn.

Đặc điểm của lưới kéo tầng giữa là có sự đối xứng trong cả hai mặt ngang và mặt đứng. Lưới kéo tầng giữa thì không trang bị chì nặng như lưới kéo tầng đáy và không có thiết bị chống mài mòn phía dưới.

Tàu và các trang thiết bị của lưới kéo tầng giữa thì cũng không khác nhiều so với lưới kéo tầng đáy.



H 5.19 – Hình dạng tổng thể lưới Kéo tầng giữa

5.3.2 Kỹ thuật khai thác lưới kéo tầng giữa

Cũng giống như lưới kéo tầng đáy, kỹ thuật khai thác lưới kéo tầng giữa cũng gồm 5 bước. Nhưng đi sâu vào từng bước có sự khác nhau.

Đối với lưới kéo tầng giữa nếu như không có trang bị máy đo sâu-dò cá thì rất khó xác định đàn cá. Để hoạt động lưới kéo tầng giữa, khi đến ngư trường người ta phải mở máy dò cá, tìm và xác định chính xác hình dáng, kích thước đàn cá trong cột nước.

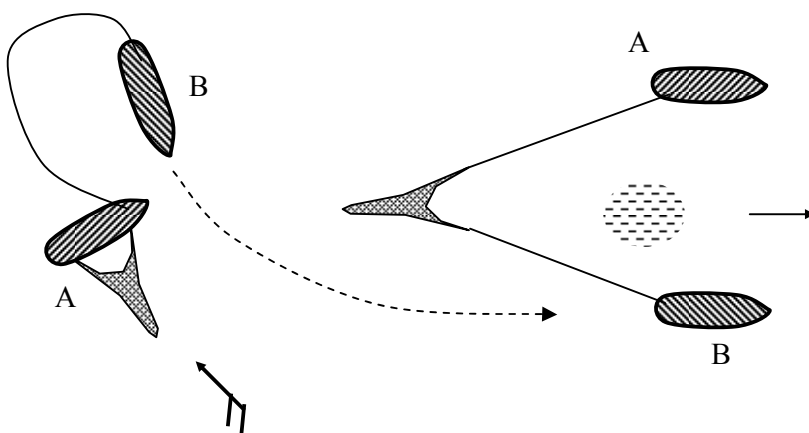
Khi xác định được đàn cá có qui mô khai thác thì tiến hành thả lưới. Tàu có thể tiếp cận đàn cá từ mọi phía, nếu thời tiết tốt. Nếu thời tiết không tốt, có gió lớn thì nên đi xuôi gió. Khi tàu cách đàn cá từ 600-700 m thì bắt đầu thả lưới. Nếu định thả cáp có chiều dài L thì phải thả trừ đi 100-150 m, để đến khi nào tàu đi phía trên đầu đàn cá thì mới thả hết dây còn lại, vì đa số cá nổi khi gặp chướng ngại vật uy hiếp thì nó chui xuống sâu. Thông thường người ta để mép trên của lưới trên đàn cá một chút.

Đối với lưới kéo tầng giữa thì thời gian dặt lưới ngắn, khi nào lưới quét qua đàn cá thì thu lưới lên tàu, tuy vậy điều này còn phụ thuộc vào máy móc thăm dò xác định là có phải đã quét qua đàn cá hay chưa.

Do vậy, để đánh bắt lưới kéo tầng giữa thì yêu cầu trên tàu nhất thiết phải có trang bị máy dò cá nhằm phát hiện được đàn cá và xác định đúng vị trí của nó. Ngoài ra còn cần phải có phải quan sát cá ở miệng lưới để xác nhận cá có vào lưới hay không.

+ Kỹ thuật khai thác lưới kéo tầng giữa áp dụng cho hai tàu

Ta có sơ đồ phối hợp thao tác thả lưới kéo tầng giữa như sau (H 5.20):



H 5.21 – Sơ đồ phối hợp thao tác thả lưới của lưới kéo tầng giữa

Dựa vào hướng gió, đầu tiên tàu A thả lưới theo đúng qui định thì tàu phải ở cuối gió. Sau đó tàu B chuyển dây cho tàu A và tiến hành dặt lưới bởi hai tàu, song song nhau, với cùng tốc độ. Các bước khai thác khác cũng tương tự như lưới kéo tầng giữa một tàu.

CHƯƠNG 6.

LÝ THUYẾT VÀ TÍNH TOÁN LƯỚI KÉO

6.1 Nhiệm vụ thiết kế, lựa chọn và hoàn thiện lưới mẫu

6.1.1 Nhiệm vụ thiết kế

Trong thực tế có hai nhiệm vụ thiết kế lưới kéo:

- Thiết kế lưới kéo để bắt một loại cá nào đó, rồi sau đó chọn một loại tàu phù hợp với lưới thiết kế.
- Thiết kế lưới kéo cho một loài cá xác định và cho một loại tàu được cho trước.

Trong hai nhiệm vụ trên thì nhiệm vụ đầu là tốt, nhưng do ta chưa nắm vững đặc tính sinh học của cá nên khi thiết kế có gặp khó khăn. Hơn nữa, tàu thì rất đắt tiền nên cũng khó cho việc chọn loại tàu phù hợp với lưới thiết kế cho một đối tượng đánh bắt. Do vậy, hiện nay ít được áp dụng. Chủ yếu là người ta chọn loại hình thứ hai.

Theo phương pháp thiết kế đồng dạng của Fritman thì sau khi ta xác định được hai thông số tỉ lệ đồng dạng về kích thước C_L và tỉ lệ về lực C_R thì hoàn toàn có thể tính được tất cả các thông số khác.

Khi đó kích thước của lưới thiết kế sẽ được tính theo:

$$L_{tk} = S_L \cdot L_M \quad (6.1)$$

ở đây: L_{tk} và L_M , tương ứng, là chiều dài của lưới thiết kế và chiều dài của lưới mẫu.

Những lực cần thiết cho lưới thiết kế cũng được tính theo công thức tổng quát sau:

$$R_{tk} = S_R \cdot R_M \quad (6.2)$$

ở đây: R_{tk} và R_M , tương ứng, là lực của lưới thiết kế và của lưới mẫu.

Vấn đề là làm sao phải tính được S_L và S_R để từ đó bắt đầu tính các thông số khác.

6.1.2 Lựa chọn và hoàn thiện lưới mẫu

Việc lựa chọn và hoàn thiện lưới mẫu phải đáp ứng được ba điều kiện sau:

- Lưới mẫu phải là loại lưới hoàn thiện nhất về cấu tạo và cho năng suất đánh bắt cao.
- Có hệ số khả năng đánh bắt α là lớn nhất ($\alpha \gg 1$).
- Có đặc tính thủy động lực của lưới kéo m cũng lớn nhất ($m \gg 1$).

+ Những căn cứ để chọn lưới mẫu

- Trong số các lưới mẫu tốt nhất ở các vùng khác nhau, đánh bắt cùng đối tượng mà lưới thiết kế dự định sẽ đánh bắt, thì nên ưu tiên chọn lưới mẫu là lưới tốt nhất trong vùng mà lưới thiết kế dự định sẽ làm việc, bởi vì có thể cũng là cùng loài cá nhưng ở các vùng khác nhau sẽ có những đặc điểm sinh lý riêng.

- Nếu phải thiết kế lưới kéo để đánh bắt một đối tượng đã biết nhưng ở vùng mới thì khi lựa chọn lưới mẫu nhất thiết là phải chọn cẩn thận.

- Nếu có một vài loại lưới kéo cùng đánh bắt chung một đối tượng, cùng hoạt động chung một ngư trường và khó đánh giá cái nào trong số chúng là tốt hơn thì ta nên chọn lưới mẫu là lưới đang được dùng ở trên tàu nào có công suất là gần bằng với công suất tàu mà ta định thiết kế lưới cho chúng.

- Trường hợp nếu phải thiết kế lưới kéo để đánh bắt một đối tượng mới, ở một ngư trường mới, thì có thể định hướng chỉ cho những lưới kéo của tàu nào có công suất gần bằng với công suất của tàu ta sẽ dùng với lưới mẫu.

- Để đánh giá chất lượng lưới người ta dùng đại lượng m là đặc tính thủy động lực. Đại lượng m được định nghĩa là tỉ số giữa diện tích bề mặt chịu lực cản S với toàn bộ lực cản R của lưới đó, nghĩa là:

$$m = \frac{S}{R} \quad (6.3)$$

Giá trị m càng lớn thì càng tốt.

$$\text{Ta biết rằng lực cản } R \text{ của lưới được biểu thị là: } R = K.S.V^2 \quad (6.4)$$

trong đó, K - là hệ số lực cản của lưới.

$$\text{mà: } m = \frac{S}{R} = \frac{S}{K.S.V^2} = \frac{1}{K.V^2}$$

Như vậy theo nguyên lý đồng dạng, lưới thiết kế và lưới mẫu sẽ có:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{K_2.V_2^2}{K_1.V_1^2}$$

Nếu kéo lưới cùng tốc độ, nghĩa là, $V_1 = V_2$ thì:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{K_2}{K_1} \quad (6.5)$$

Do vậy, khi so sánh chất lượng cơ học của hai lưới, tức so sánh hai hệ số sức cản K_1 và K_2 , thì loại lưới nào có hệ số lực cản càng nhỏ thì chất lượng cơ học càng cao.

6.2 Lý thuyết đánh bắt của lưới kéo

Lưới kéo là một loại ngư cụ đánh cá chủ động, cho nên người ta thường nghiên cứu những đặc tính sinh học của cá mà lưới kéo định khai thác. Quan sát trạng thái cá khi tiếp xúc ngư cụ có ba biểu hiện sau:

- Sợ hãi và tìm mọi cách bơi ra khỏi lưới.
- Đi thẳng vào đụt lưới một cách bình thường.
- Khi gặp lưới thì bơi song song với lưới

Do vậy, tùy từng kiểu phản ứng của cá trước miệng lưới mà ta thiết kế lưới kéo cho phù hợp với tập tính sinh lý của nó. Lưu ý là đối với lưới kéo tầng giữa, cá có thể thoát ra mọi phía; còn đối với lưới kéo tầng đáy, cá thoát ra khỏi lưới chủ yếu là ở hai bên cánh, ta cần nắm vững tập tính này để thiết kế lưới cho phù hợp.

Đối với lưới kéo, người ta cho rằng để đánh được cá cần phải có tàu có công suất mạnh, nhưng thật ra thì không nhất thiết cần phải có tốc độ dạt dưới lớn hơn tốc độ cá, mà chỉ cần xác định cho được tốc độ phù hợp với tốc độ di chuyển của cá phản ứng

trước sự vây quét của lưới, tốc độ dắt lưới như thế gọi là **tốc độ dắt lưới tối ưu**. Kết luận ở đây là: *đối với từng loài cá, hoặc tôm, thì luôn tồn tại một tốc độ dắt lưới tối ưu cho nó, tốc độ này không nhất thiết là phải lớn hơn tốc độ cá.*

Trong lý thuyết đánh bắt, khi nghiên cứu về hiệu suất đánh bắt lưới có liên quan đến tốc độ dắt lưới tối ưu. Baranov đã đưa ra một hệ số gọi **hệ số khả năng đánh bắt** của lưới kéo (α). Hệ số này phụ thuộc vào số lượng cá (n) có trong vùng mà lưới kéo quét qua và số lượng cá thoát khỏi lưới kéo (n_l), được xác định như sau:

$$\alpha = \frac{n - n_l}{n} \quad (6.6)$$

ở đây: n_l - là số cá đi khỏi lưới; n - là số cá có ở trong vùng mà lưới kéo quét qua. Nếu $n_l = n$ thì $\alpha = 0$, tức là toàn bộ cá thoát khỏi lưới. Nếu $n_l = 0$ thì $\alpha = 1$, tức là toàn bộ cá đều bị bắt.

Thực tế thì khó có thể tính trực tiếp hiệu suất đánh bắt bằng phương pháp này bởi vì không thể biết số cá thoát ra khỏi lưới là bao nhiêu. Theo B. H. Trestnoi, khi nghiên cứu về lý thuyết đánh bắt cho lưới kéo, dựa trên giả định là hiệu suất cá thoát ra khỏi lưới kéo sẽ phụ thuộc vào vị trí của cá so với lưới vào thời điểm cá phát hiện ra lưới.

Nếu gọi r là khoảng đường mà cá chạy trốn kể từ khi phát hiện ra lưới, ta sẽ có:

$$r = V_c \cdot t \quad (6.7)$$

ở đây: V_c - là tốc độ chạy trốn của cá; t - là thời gian cá bắt đầu phát hiện ra lưới và chạy trốn cho đến khi bị bắt.

Trong thời gian t này, tàu lưới kéo sẽ đi được đoạn đường là:

$$L = V_{dl} \cdot t \quad (6.8)$$

ở đây: V_{dl} - là tốc độ dắt lưới.

Theo giả định của Trestnoi, khi này ta lập được mối quan hệ là:

$$r = r_0 \cdot n_l \quad (6.9)$$

ở đây: n_l - là số lượng cá thoát khỏi lưới; r_0 - là hệ số tỉ lệ.

Từ phương trình (6.8) và (6.9), ta suy ra được:

$$n_l = \frac{r}{r_0} = \frac{V_c \cdot t}{r_0} = \frac{V_c}{r_0} \cdot \frac{L}{V_{dl}} = \frac{L}{r_0} \cdot \frac{V_c}{V_{dl}}$$

Thế giá trị n_l này vào phương trình (6.6), ta được:

$$\alpha = 1 - \frac{n_l}{n} = 1 - \frac{L \cdot V_c}{r_0 \cdot n \cdot V_{dl}}$$

Nếu L , V_c , r_0 và n đều là hằng số, khi đó, nếu ta đặt: $\frac{L \cdot V_c}{r_0 \cdot n} = m$

Ta sẽ được:
$$\alpha = 1 - \frac{m}{V_{dl}} \quad (6.10)$$

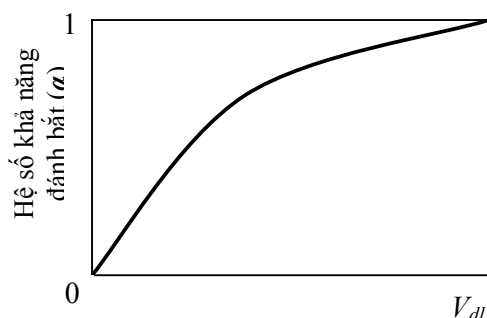
Từ phương trình (6.10) ta thấy:

- Nếu tăng $V_{dl} \rightarrow \infty$ thì $\alpha = 1$, nghĩa là, hiệu suất đánh bắt sẽ lớn khi tốc độ dắt lưới là cực đại.

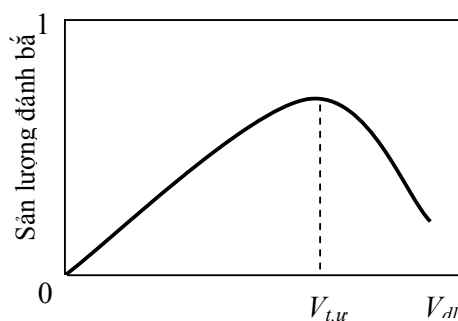
- Khi $m = V_{dl}$ thì $\alpha = 0$, nghĩa là, đối với từng loài cá nhất định nào đó thì sẽ có một giá trị m xác định, nếu đặt lưới bằng với giá trị m thì hiệu suất đánh bắt sẽ bằng 0, tức là ta sẽ không bắt được cá.

Tuy nhiên việc xác định giá trị m thì không dễ dàng, tùy từng loài cá mà có giá trị m khác nhau. Từ công thức (6.10) của Trestnoi, ta có đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ đặt lưới và hiệu suất đánh bắt (H 6.1).

Tuy nhiên, thực tế đánh bắt cho thấy sản lượng là một hàm có một điểm cực trị, ở đó chỉ ứng với một tốc độ đặt lưới tối ưu ($V_{t.u}$), lớn hoặc nhỏ hơn tốc độ tối ưu này thì sản lượng cá đều giảm (H 6.2)



H 6.1- Hệ số khả năng đánh bắt phụ thuộc vào vận tốc đặt lưới.



H 6.2 - Sản lượng khai thác lại phụ thuộc vào vận tốc tối ưu.

Để hoàn thiện thêm cho lý thuyết đánh bắt Ionac, đã đưa ra một số giả định thêm:

- Thành phần đàn cá thì đồng đều theo kích thước và theo loài.
- Đáy biển không có ảnh hưởng đến tập tính sinh lý cá trước miệng lưới kéo.
- Cá không có dấu hiệu kết đàn.
- Lưới kéo không có trang thiết bị làm thay đổi tập tính cá.
- Cá vào lưới được xem như là bị bắt hết.

Từ cơ sở của 5 giả định này, Ionac bắt đầu phát triển thêm cho lý thuyết đánh bắt cá. Theo Ionac thì số lượng cá thoát khỏi lưới sẽ là một hàm của mật độ, tốc độ và đoạn đường chạy trốn của cá, tức là:

$$n_l = f(r, V_c, \rho_l) \quad (6.11)$$

trong đó: ρ_l - là mật độ cá trong vùng lưới kéo quét qua; V_c - là tốc độ di chuyển của cá; r - là đoạn đường mà cá chạy trốn kể từ khi phát hiện ra lưới cho đến khi bị bắt

Cũ thể, sản lượng cá khai thác được ở trong vùng sẽ là:

$$n = \rho \cdot S \cdot V_{dl} \cdot t$$

ở đây: ρ - là mật độ cá trong vùng khai thác; S - là diện tích lưới quét được; V_{dl} - là tốc độ đặt lưới; t - là thời gian đặt lưới.

Từ đây ta thấy, sản lượng cá khai thác được ở trong một đơn vị thời gian sẽ là:

$$n = \rho \cdot S \cdot V_{dl} \quad (6.12)$$

Mặt khác ta thấy, trong phương trình (6.6) thì n và n_l có cùng thứ nguyên, nên phương trình (6.6) có thể viết lại như sau:

$$\alpha = 1 - C \cdot \frac{\rho_1 \cdot V_c \cdot r^2}{\rho \cdot S \cdot V_{dl}} \quad (6.13)$$

trong đó: C - là hệ số không thứ nguyên.

Trong phương trình (6.13) ta thấy hệ số khả năng đánh bắt α phụ thuộc vào 6 yếu tố, trong đó ρ_1 ; ρ ; V_c ; và r^2 là 4 thông số liên quan đến sinh học của loài. Còn S ; và V_{dl} thì liên quan đến cơ học khai thác cá.

Nếu ta đặt:
$$\frac{\rho_1}{\rho} = \lambda$$

thì khi đó: $C \cdot \lambda \cdot r^2 \cdot V_c$ - sẽ là đại diện cho đặc trưng của tập tính sinh lý cá

$S \cdot V_{dl}$ - sẽ là đại diện cho đặc trưng của dất lưới.

Ionac đã đặt: $U = \frac{S \cdot V_{dl}}{C \cdot \lambda \cdot r^2 \cdot V_c}$ gọi là *tiêu chuẩn cơ sinh học* của quá trình tác dụng hỗ tương giữa cá đối với lưới kéo.

Phương trình (6.13) có thể viết lại như sau:
$$\alpha = 1 - \frac{1}{U} \quad (6.14)$$

nghĩa là hệ số khả năng đánh bắt của lưới thì phụ thuộc vào tiêu chuẩn cơ-sinh học.

- Khi $U=1$ thì $\alpha = 0$, nghĩa là khi đặc trưng của tập tính sinh lý cá bằng với đặc trưng dất lưới, thì khi đó sẽ không bắt được cá.

- Khi $U = \infty$ thì $\alpha = 1$, nghĩa là khi đặc trưng của tập tính sinh lý cá nhỏ hơn rất nhiều so với đặc trưng dất lưới, thì toàn bộ cá sẽ bị bắt.

Khi đặc trưng của tập tính sinh lý cá đạt sự ổn định, tức: $C \cdot \lambda \cdot r^2 \cdot V_c = \text{const.} = B$ thì phương trình (6.14) có thể được viết lại như sau:

$$\alpha = 1 - \frac{B}{S \cdot V_{dl}} \quad (6.15)$$

Ta biết rằng:
$$n = \rho \cdot S \cdot V_{dl} \cdot t$$

Nên theo (6.6), ta đặt:
$$n_y = n - n_1 = \alpha \cdot n = \left(1 - \frac{B}{S \cdot V_{dl}}\right) \cdot \rho \cdot S \cdot V_{dl} \cdot t$$

Ta suy ra được:
$$n_y = \rho \cdot (S \cdot V_{dl} - B) \cdot t \quad (6.16)$$

Tuy nhiên, ta biết rằng đôi khi cả $t > 0$ và $\rho > 0$ nhưng sản lượng cá lại bằng 0, nên chỉ có thể là:

$$S \cdot V_{dl} - B = 0$$

tức là, khi đặc trưng dất lưới bằng với đặc trưng tập tính sinh lý cá thì sản lượng = 0.

Nếu gọi đặc trưng của dất lưới khi sản lượng = 0 là: $S_0 \cdot V_{0dl}$ và thay đại lượng này vào phương trình (6.16), ta được:

$$n_y = \rho (S \cdot V_{dl} - S_0 \cdot V_{0dl}) \cdot t \quad (6.17)$$

Từ đây suy lại phương trình (6.15), ta có:
$$\alpha = 1 - \frac{S_0 \cdot V_{0dl}}{S \cdot V_{dl}} \quad (6.18)$$

Thông thường trong các lưới kéo người ta thường điều chỉnh bằng cách nào đó để có được $S_0 \approx S$, nghĩa là tạo ra được miệng lưới ổn định. Do vậy, một khi thay đổi tốc độ dặt lưới, thì khi đó hiệu suất đánh bắt α chỉ còn phụ thuộc vào V_{0dl} và V_{dl} , nghĩa là:

$$\alpha = 1 - \frac{V_{0dl}}{V_{dl}} \quad (6.19)$$

Mặt khác, bởi $S_0 \cdot V_{0dl} = B$, ta suy ra được: $V_{0dl} = \frac{B}{S_0}$, hay nói khác đi tốc độ dặt lưới khi sản lượng bằng 0 là một hàm phụ thuộc vào B và S_0 , $[V_{0dl} = f(B, S_0)]$, nghĩa là, tốc độ dặt lưới là một hàm của đặc trưng tập tính sinh lý cá và diện tích miệng lưới kéo. Vì vậy, đối với một loài cá nhất định nào đó nếu cấu trúc lưới khác nhau thì sẽ có V_{0dl} khác nhau, hệ quả là hiệu suất đánh bắt sẽ khác nhau.

Thường thì đối với lưới kéo thông thường thì hiệu suất đánh bắt $\alpha = 0,2-0,3$. Nhưng đối với lưới kéo điện thì hiệu suất đánh bắt rất cao, $\alpha \approx 1$.

6.3 Tốc độ dặt lưới tối ưu

Trong thực tế, đối với một loài cá ứng với một loại tàu và lưới cụ thể thì luôn tồn tại một tốc độ dặt lưới tối ưu cho nó. Vấn đề là làm sao xác định được tốc độ dặt lưới tối ưu này.

Có nhiều phương pháp xác định tốc độ dặt lưới tối ưu, nhưng áp dụng nhiều nhất là phương pháp của Pozenstin, là sự kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm.

Theo Pozenstin thì sản lượng của mẻ lưới kéo được biểu thị theo công thức:

$$Q = C_l \cdot \alpha \cdot S \cdot V \cdot t \quad (6.20)$$

ở đây: Q - là sản lượng đánh bắt; C_l là mật độ cá; α - là hệ số khả năng đánh bắt tuyệt đối của lưới kéo; S - là diện tích miệng lưới kéo; V - là tốc độ dặt lưới; t - là thời gian dặt lưới.

Trong (6.20) thì cả α và S đều là một hàm của vận tốc, $\alpha = f_1(v)$ và $S = f_2(v)$, do đó:

$$Q = C_l \cdot f_1(v) \cdot f_2(v) \cdot V \cdot t$$

Từ đây ta có thể tính được sản lượng khai thác trong một đơn vị thời gian sẽ là:

$$q = \frac{Q}{t} = C_l \cdot f_1(v) \cdot f_2(v) \cdot V$$

Nếu ta đạo hàm $\frac{dq}{dv}$ và cho giá trị này bằng 0, ta sẽ tìm ra tốc độ dặt lưới tối ưu.

Nhưng điều quan trọng là làm sao xác định được các hàm của vận tốc $f(v)$.

Để xác định tốc độ dặt lưới tối ưu, ta giả định như sau: tại ngư trường khai thác sẽ dùng hai tàu hoàn toàn giống nhau về kích thước và công suất, đều kéo cùng một cỡ, loại lưới, kéo cùng hướng song song và luân phiên xen kẽ nhau. Có một tàu kéo với tốc độ không đổi V_0 , còn tàu kia kéo với tốc độ thay đổi V_i . Sau mỗi đợt dặt lưới thì các cặp thông số về sản lượng (Q_0 và Q_i); vận tốc (V_0 và V_i); thời gian (t_0 và t_i); diện tích miệng lưới kéo (S_0 và S_i) đều được ghi nhận lại.

Khi đó sản lượng của tàu có vận tốc không đổi Q_0 sẽ là: $Q_0 = C_l \cdot \alpha_0 \cdot S_0 \cdot V_0 \cdot t_0$ hay hiệu suất đánh bắt là:

$$\alpha_0 = \frac{Q_0}{C_1 \cdot S_0 \cdot V_0 \cdot t_0} \quad (6.21)$$

và sản lượng của tàu có vận tốc V_i sẽ là: $Q_i = C_1 \cdot \alpha_i \cdot S_i \cdot V_i \cdot t_i$ hay hiệu suất đánh bắt của tàu có vận tốc V_i sẽ là:

$$\alpha_i = \frac{Q_i}{C_1 \cdot S_i \cdot V_i \cdot t_i} \quad (6.22)$$

Từ hai phương trình (6.21) và (6.22) ta có thể so sánh khả năng đánh bắt tương đối của hai tàu là K_{td} , được xác định như sau:

$$K_{td} = \frac{\alpha_i}{\alpha_0} = \frac{Q_i \cdot S_0 \cdot V_0 \cdot t_0}{Q_0 \cdot S_i \cdot V_i \cdot t_i} = f(v) \quad (6.23)$$

ở đây K_{td} - gọi là hệ số khả năng đánh bắt tương đối của hai tàu, và ta thấy rằng K_{td} là một hàm theo vận tốc V .

Nếu ta xem $\alpha_0 = \text{const.} = C_2$, thì : $\alpha_i = K_{td} \cdot \alpha_0 = K_{td} \cdot C_2$

Khi này, sản lượng đánh bắt trong một đơn vị thời gian sẽ là:

$$q = C_1 \cdot C_2 \cdot K_{td} \cdot f_2(v) \cdot V = C \cdot K_{td} \cdot f_2(v) \cdot V \quad (6.24)$$

ở đây: $C = C_1 \cdot C_2$

Còn $f_2(v)$ chính là diện tích hình chiếu của miệng lưới kéo. Vấn đề ở đây là phải xác định được $f_2(v)$ thì mới có thể tính được $\frac{dq}{dv} = 0$, nhưng việc xác định này là không dễ dàng.

Nhưng để giải quyết việc tính $f_2(v)$, Pozenstin đã làm thực nghiệm trên tàu lưới kéo cỡ trung bình và đã tính được các thông số thực nghiệm sau:

$$K_{td} = 62,1 \cdot V - 19,1 \cdot V^2 - 49 \quad (6.25)$$

$$F = \frac{1033 + 26,7 \cdot V}{\sqrt{1 + 14,4 \cdot V^2}} = f_2(v) \quad (6.26)$$

Thế K_{td} và $f_2(v)$ vào (6.23) ta được phương trình sản lượng đánh bắt chỉ liên quan đến vận tốc đặt lưới là:

$$q = C \cdot \frac{51120 \cdot V^2 - 3450 \cdot V^3 - 5100 \cdot V^4 - 50700 \cdot V}{\sqrt{1 + 14,4 \cdot V^2}} \quad (6.27)$$

Giải phương trình (6.27) và xác định cực trị, Pozenstin đã tìm được vận tốc tối ưu là $V_{t.u} = 1,7 \text{ m/s} = 3,3 \text{ hải lý/giờ}$.

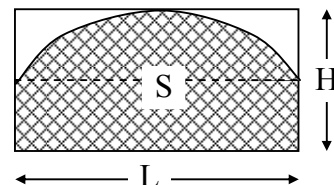
6.4 Tính toán các thông số cho hình dáng lưới kéo

Do lưới kéo có nhiều chủng loại khác nhau: lưới kéo tầng đáy, lưới kéo tầng giữa, v.v.. Ngay trong cùng loại lưới kéo thì cũng có khác nhau: chỉ lưới mềm (nilon) và chỉ lưới cứng (polyethylene),... nên tính phức tạp của nó cũng khác biệt đáng kể. Ta biết rằng hình dáng lưới kéo luôn thay đổi phụ thuộc lực tác dụng lên nó và việc biểu thị hình dạng của nó lên bản vẽ phẳng (không gian 2 chiều) để tính toán thì cũng không dễ

dàng. Tuy vậy, ta có thể khái quát hình dạng lưới kéo để tiện cho việc tính toán, trên cơ sở giả định là:

- Đối với lưới kéo tầng giữa thì mặt cắt ngang thân của nó có dạng tròn.
- Đối với lưới kéo tầng đáy thì mặt cắt ngang thân của nó có dạng elip.

Thực tế người ta thường không biểu diễn hết hình dạng lưới kéo, mà chỉ biểu diễn một vài số đặc trưng của miệng lưới kéo, đó là: độ mở ngang (L); độ mở đứng (H); diện tích miệng lưới (S) và hệ số đầy (α) của lưới kéo (H 6.3).



H 6.3 - Hệ số đầy α

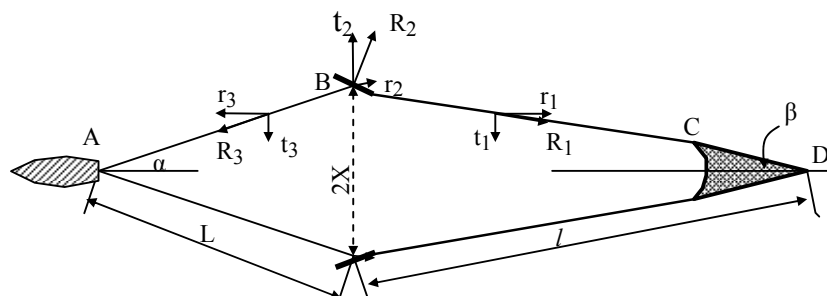
Hệ số đầy α được xác định như sau:

$$\alpha = \frac{F}{L.H} \quad (6.28)$$

ở đây: L - là độ mở ngang của miệng lưới kéo; H - là độ mở cao của miệng lưới kéo; S - là tiết diện của miệng lưới kéo.

6.4.1 Tính độ mở ngang của miệng lưới kéo

Để tính độ mở ngang của miệng lưới kéo, Baranov giả định rằng lưới kéo khi làm việc sẽ chịu các lực như trong hình sau (H 6.4):



H 6.4 - Tính độ mở ngang miệng lưới ($2X$)

Tính độ mở ngang của miệng lưới kéo thì chủ yếu là tính khoảng cách giữa hai đầu cánh lưới ($2X$).

Khi lưới làm việc bình thường được xem như đang cân bằng, ta có:

$$\sum r = 0 \Rightarrow r_1 + r_2 - r_3 = 0 \quad \text{hay} \quad r_3 = r_1 + r_2 \quad (6.29)$$

$$\text{và} \quad \sum t = 0 \Rightarrow t_2 - t_1 - t_3 = 0 \quad (6.30)$$

$$\begin{aligned} \text{trong đó:} \quad t_1 &= r_1 \cdot \tan \beta \quad (\text{i}); & t_3 &= r_3 \cdot \tan \alpha \quad (\text{ii}); \\ r_2 &= m \cdot r_1 \quad (\text{iii}); & t_2 &= n \cdot r_1 \quad (\text{iv}) \end{aligned}$$

ở đây: m và n là hai đại lượng phụ thuộc vào chất lượng ván khi làm việc trong nước.

Từ 4 công thức trên ta có thể tính ra khoảng cách giữa hai đầu cánh lưới ($2X$), như sau:

$$\text{Từ (6.24) ta có: } r_3 = r_1 + r_2 = r_1 + m \cdot r_1 = (1+m) \cdot r_1 \quad (6.31)$$

$$\text{Từ (6.25), ta có: } t_2 - t_1 - t_3 = 0 \Leftrightarrow n \cdot r_1 - r_1 \cdot \tan \beta - (m+1) \cdot r_1 \cdot \tan \alpha = 0 \quad (6.32)$$

$$\operatorname{tg} \beta = n - (m+1). \operatorname{tg} \alpha = 0 \quad (6.33)$$

Bởi: $\sin \alpha = \frac{X}{L} \ll \operatorname{tg} \alpha = \frac{X}{L}$ do đó: $\operatorname{tg} \beta = n - (m+1) \cdot \frac{X}{L}$

Mặt khác: $\operatorname{tg} \beta = \frac{X}{\sqrt{l^2 - X^2}}$ nên $\frac{X}{\sqrt{l^2 - X^2}} = n - (m+1) \frac{X}{L}$ (6.34)

Phương trình (6.34) là phương trình xác định độ mở ngang của miệng lưới kéo. Trong đó: L - là hình chiếu bằng của chiều dài dây cáp kéo được thả ra, thường $L = 0,9 - 0,95)L_c$; l - là chiều dài dây dọi; X - là một nửa khoảng cách giữa hai ván.

Để tìm ra X thì không dễ dàng, nên người ta giả thiết: $X \ll L$ (điều này là thực tế).

Khi đó: $\frac{X}{\sqrt{l^2 - X^2}} = n \Rightarrow X = \frac{n.l}{\sqrt{1 + n^2}}$

Thế giá trị X vào (6.26) ta được:

$$n_1 = n - (m+1) \frac{X}{L} \Rightarrow X_1 = \frac{n_1.l}{\sqrt{1 + n_1^2}}$$

$$n_2 = n_1 - (m+1) \frac{X_1}{L} \Rightarrow X_2 = \frac{n_2.l}{\sqrt{1 + n_2^2}}$$

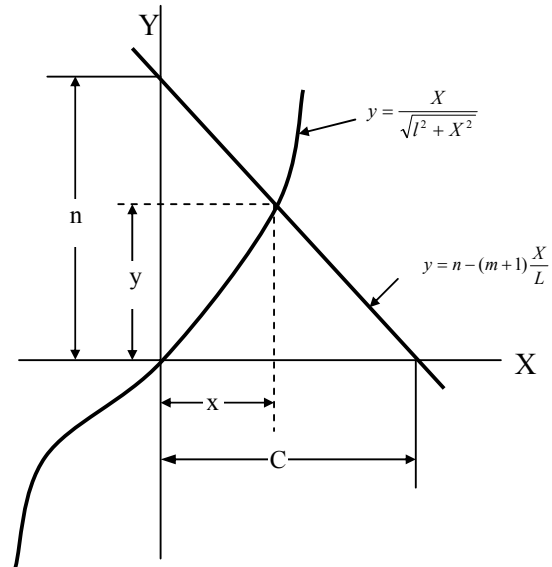
Tiếp tục như thế cho đến khi nào $X_{n+1} \approx X_n$ thì dừng lại. Khi đó ta sẽ tìm được giá trị X chính xác. Trong thực tế, người ta tính giá trị X khoảng ba lần (đến X_3) thì đã đảm bảo tương đối chính xác.

Để đơn giản cho việc tính toán, B. M. Kondrasev đã đặt phương trình (6.34) thành một hệ phương trình và giải chúng bằng đồ thị. Ta sẽ có:

$$\frac{X}{\sqrt{l^2 + X^2}} = n - (m+1) \frac{X}{L}$$

Đặt: $y = \frac{X}{\sqrt{l^2 + X^2}}$

và cũng đặt: $y = n - (m+1) \frac{X}{L}$



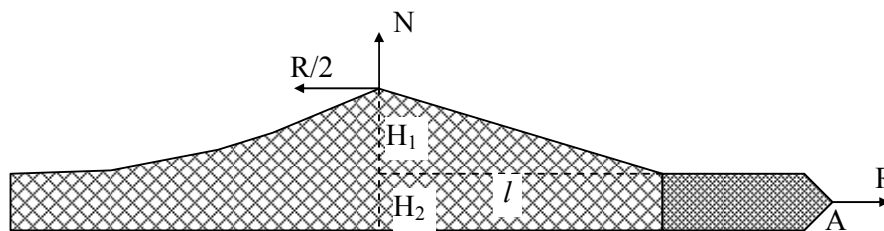
Dựa vào hệ phương trình này ta xác định được X . Nếu dựa vào đồ họa thì X chính là giao điểm của hai đường cong và đường thẳng.

Cũng từ công thức tổng quát (6.34) cho thấy độ mở ngang của ván thì phụ thuộc vào chất lượng của ván (m và n), cụ thể là phụ thuộc vào lực mở ngang R_y , ngoài ra còn phụ thuộc vào kích thước lưới và hệ thống lưới kéo.

Cũng cần lưu ý, công thức (6.34) của Baranov để tính cho độ mở ngang của miệng lưới nếu xét về mặt định tính thì hoàn toàn đúng, nhưng về định lượng thì không được chính xác cao lắm, bởi lực nổi của phao và lực chìm của chì đã chưa được xem xét đến. Tuy vậy, qua thí nghiệm kiểm định cho thấy sự khác biệt là không lớn nên vẫn có thể chấp nhận được.

6.4.2 Tính toán độ mở đứng của miệng lưới kéo

Độ mở đứng của miệng lưới kéo được giả định có dạng sau (H 6.5):



H 6.5 - Xác định độ mở cao của miệng lưới kéo

Trong quá trình làm việc lưới kéo chịu các lực tác dụng sau:

- N là lực nổi của phao, đặt tại trung điểm của viền phao.
- R là sức cản của lưới, cũng đặt tại trung điểm của viền phao.

Nếu ta gọi H_1 là chiều cao của que ngáng (hay đầu cánh lưới) và H_2 là độ mở cao tăng thêm cho phao gây ra, thì độ mở cao toàn bộ của lưới sẽ là:

$$H = H_1 + H_2 \quad (6.35)$$

Ta biết rằng khi lưới làm việc cân bằng thì momen lực tại điểm A xem như bằng 0 ($M_A = 0$), nghĩa là:

$$\frac{R}{2} \cdot H_2 - N \cdot l = 0 \quad \Rightarrow \quad H_2 = \frac{2 \cdot N \cdot l}{R}$$

Từ đây độ mở cao của miệng lưới kéo H trong quá trình làm việc sẽ là:

$$H = H_1 + H_2 = H_1 + 2 \cdot \frac{N \cdot l}{R} \quad (6.36)$$

Trong đó: l - là khoảng cách giữa điểm A đến hình chiếu của điểm N.

Đối với lưới kéo không có que ngáng thì $H_1 = 0$. Khi đó:

$$H = \frac{2 \cdot N \cdot l}{R} \quad (6.37)$$

Đối với lưới kéo tăng giữa thì lực nổi của phao bằng với lực chìm của chì, nên:

$$H = \frac{4 \cdot N \cdot l}{R} \quad (6.38)$$

Thực tế người ta thấy đối với lưới kéo có que ngáng, dù rằng độ mở cao có tăng thêm chút ít nhưng không đáng kể so với lưới kéo không có ngáng. Như vậy, độ mở cao của lưới thì chủ yếu phụ thuộc vào lực nổi của phao và lực cản của lưới. Do đó, công thức (6.37) chỉ đúng về mặt định tính, còn định lượng thì chưa chính xác lắm bởi vì một khi tăng lực nổi và lực cản lên thì lực nổi sẽ tăng lên đáng kể.

Trong hai sơ đồ của *Hình 6.4* và *Hình 6.5*, ta nhận thấy rằng: khi nghiên cứu về độ mở ngang (*H 6.4*) ta không quan tâm gì đến độ mở đứng. Ngược lại, khi xét về độ mở đứng (*H 6.5*) ta cũng bỏ qua độ mở ngang. Nhưng trong thực tế giữa độ mở đứng và độ mở ngang luôn có liên quan đến nhau, nếu độ mở ngang thay đổi thì độ mở đứng sẽ thay đổi theo và ngược lại. Thực nghiệm về sự thay đổi của độ mở ngang có ảnh hưởng đến độ mở đứng khi được dặt lưới với tốc độ 3 knots cho ta trong *Bảng 6.1*:

Bảng 6.1. Khi độ mở ngang thay đổi thì độ mở đứng cũng thay đổi

L (m)	H (m)	V (hải lý/giờ)
8	4,7	3,0
10	4,1	3,0
13	3,3	3,0

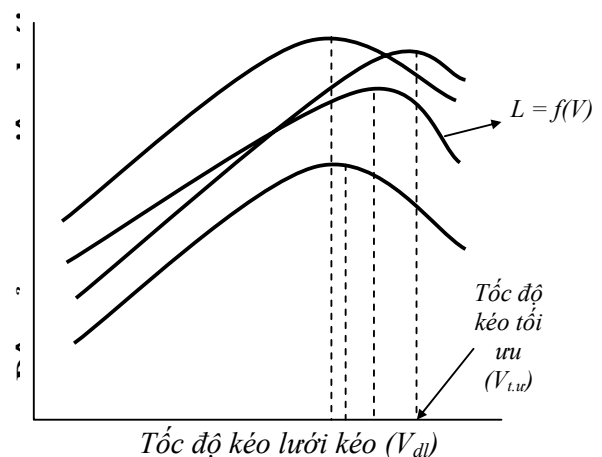
Mặt khác, thông thường để đánh giá độ mở ngang của miệng lưới kéo, người ta sử dụng hệ số λ là tỷ số giữa kích thước độ mở ngang và chiều dài viền phao (*H 6.6*).

$$\lambda = \frac{L}{L_{vp}} = 0,45 \div 0,55 \quad (6.39)$$

ở đây: L – kích thước độ mở ngang; L_{vp} - chiều dài viền phao

Trong quá trình lưới kéo hoạt động, người ta có một số nhận xét sau:

- Độ mở ngang của lưới kéo sẽ có một giá trị cực đại khi vận tốc dặt lưới tăng lên. Người ta đã xác định được đường cong biểu thị độ mở ngang của miệng lưới kéo với các vận tốc dặt lưới khác nhau, bằng cách cho lưới làm việc với từng vận tốc khác nhau rồi quan sát kích thước độ mở ngang của miệng lưới kéo. Rồi sau đó vẽ ra đồ thị biểu thị sự phụ thuộc của độ mở ngang vào vận tốc dặt lưới cho nhiều kiểu lưới kéo khác nhau, chúng tạo thành những đường cong theo từng loại lưới, $L = f(V)$, (*H 6.7*).



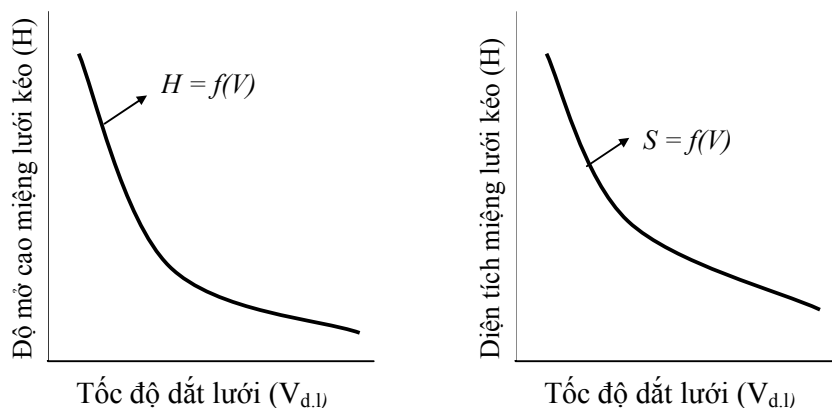
H 6.6 - Mỗi lưới kéo sẽ có tốc độ dặt lưới tối ưu ($V_{t.u}$)

Từ đây ta thấy rằng dù tốc độ dặt lưới luôn tăng lên nhưng độ mở ngang của miệng lưới không thể tăng lên mãi theo tốc độ tăng lên như thế mà chúng có một giá trị cực đại.

- Khi đó, tốc độ dặt lưới mà ở đó độ mở ngang đạt cực đại được gọi là tốc độ dặt lưới tối ưu ($V_{t.u}$). Do vậy, trong quá trình dặt lưới kéo ta chỉ nên cho lưới được kéo với tốc độ dặt lưới tối ưu này, khi đó ta sẽ tiết kiệm nhiên liệu mà vẫn đảm bảo miệng lưới mở ngang hết khả năng của nó.

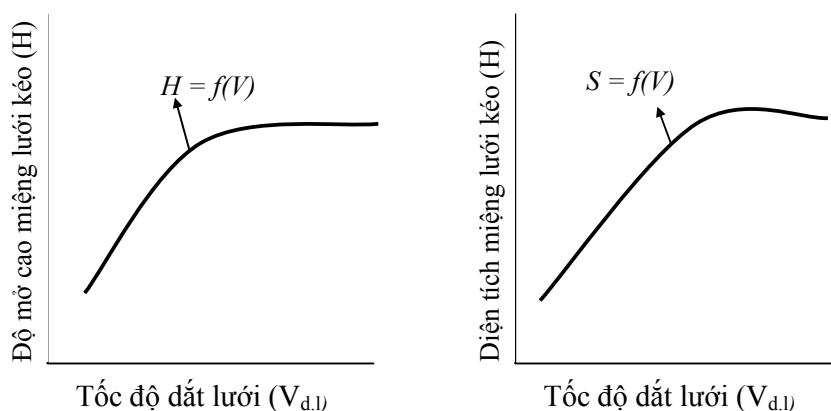
Tuy nhiên, ta biết rằng đối với từng loài cá sẽ có tốc độ dắt tối ưu riêng cho chúng (tốc độ tối ưu theo sinh học cá). Vì thế, nếu chỉ quan tâm đến tốc độ dắt lưới tối ưu cho độ mở ngang miệng lưới (tối ưu theo cơ học) thì chưa chắc đã thỏa mãn tối ưu sinh học cá. Do vậy, sau khi ta đã xác định được tốc độ dắt lưới tối ưu theo sinh học cá rồi thì khi thiết kế lưới kéo ta cần phải điều chỉnh các nguyên vật liệu để sao cho lưới kéo thiết kế đạt được tốc độ tối ưu cơ học (độ mở ngang tối đa) gần bằng với tốc độ dắt lưới tối ưu sinh học của loài cá mà ta dự định đánh bắt.

- Các thí nghiệm trên lưới kéo chỉ có trang bị thuần là phao thủy tĩnh, người ta nhận thấy, thì độ mở đứng của miệng lưới kéo thì tỉ lệ nghịch với vận tốc dắt lưới, *nghĩa là*, khi vận tốc dắt lưới tăng lên thì độ mở cao của miệng lưới sẽ giảm xuống. Tương tự, diện tích miệng lưới kéo cũng tỉ lệ nghịch với tốc độ dắt lưới, *nghĩa là*, khi tốc độ dắt lưới tăng lên thì diện tích miệng lưới kéo cũng giảm xuống (H 6.7).



H 6.7 - Độ mở cao (H) và diện tích miệng lưới kéo (S) tỉ lệ nghịch với tốc độ dắt lưới ($V_{d,l}$), trang bị phao thủy tĩnh.

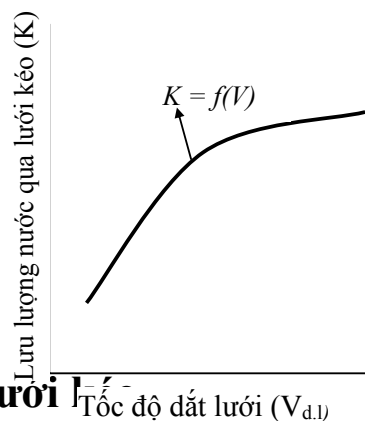
- Nhưng nếu lưới kéo được trang bị cả phao thủy tĩnh và phao thủy động thì một khi tốc độ dắt lưới tăng lên thì cả độ mở cao (H) và diện tích miệng lưới kéo (S) đều tăng lên, $H = f(V)$ và $S = f(V)$, (H 6.8).



H 6.8 - Độ mở cao (H) và diện tích miệng lưới kéo (S) tỉ lệ thuận với tốc độ dắt lưới ($V_{d,l}$), trang bị cả phao thủy tĩnh và thủy động.

- Còn đối với lưu lượng nước có thể lọc qua lưới (K) thì tỉ lệ thuận với tốc độ chảy lưới $K = f(V)$, (H 6.9).

**H 6.9 – Lưu lượng nước qua lưới (K)
tỉ lệ thuận với tốc độ chảy lưới ($V_{d,l}$).**



6.5 Xác định các đặc tính của nền lưới

6.5.1 Tính cạnh mắt lưới

Khi chọn kích thước cạnh mắt lưới cho các phần của lưới kéo cần phải thỏa mãn hai yêu cầu trái ngược nhau như sau:

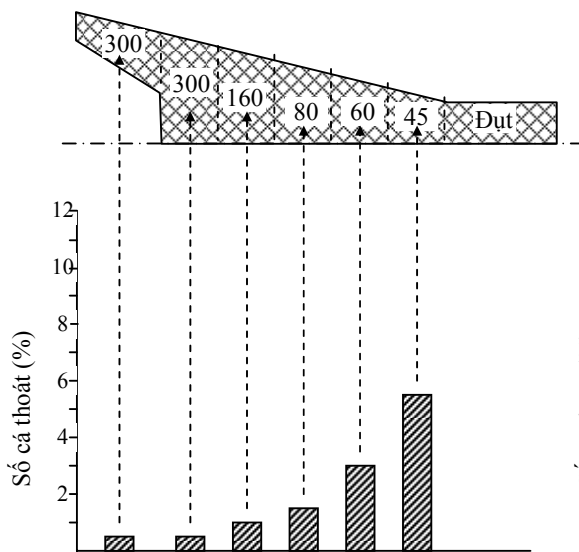
- Kích thước cạnh mắt lưới sao cho cá không thoát qua, cũng không đóng vào mắt lưới.
- Kích thước cạnh mắt lưới phải giảm thiểu sức cản cho lưới khi vận động trong nước.

Để xác định kích thước cạnh mắt lưới ta cần phải chia lưới kéo ra thành 3 phần:

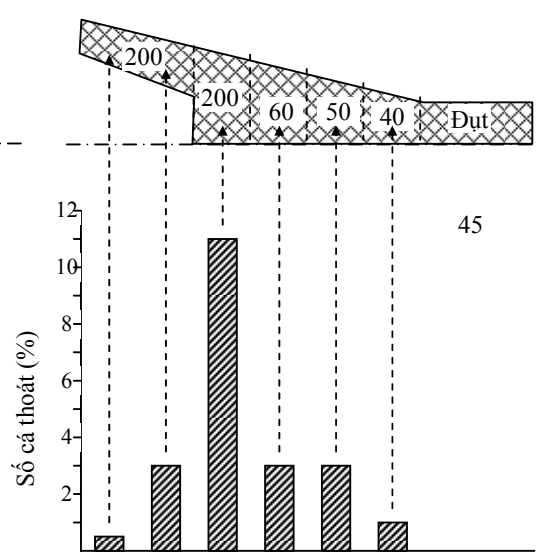
- Phần uy hiếp cá: bao gồm cả cánh lưới và lưới chắn.
- Phần hướng cá: thân lưới.
- Phần giữ và bắt cá: đút lưới.

Để xác định đúng, trước hết cần phải tính cạnh mắt lưới cho phần đút lưới trước sao cho thỏa mãn hai yêu cầu trên. Từ đó mới bắt đầu tính kích thước cạnh mắt lưới cho từng phần thân, rồi mới tính cho lưới chắn và cánh lưới.

Các quan sát của Korotkov và Kirsina áp dụng cho lưới kéo cho thấy nếu phần miệng có kích thước cạnh mắt lưới $a = 300-600$ mm; phần thân có kích thước cạnh mắt lưới $a = 45-60$ mm thì cá thoát ra ở miệng lưới ít hơn 3-4 lần so với thân lưới. Ta có đồ thị biểu thị tỉ lệ % cá thoát khỏi mắt lưới ở các phần như (H 6.10) và (H 6.11):



H 6.10 - Số % cá nổi thoát qua các



H 6.11 - Số % cá đáy thoát qua các

Hình 6.10 và Hình 6.11 là hai biểu đồ đặc trưng cho cá nổi và cá đáy thoát chui qua mắt lưới ở các phần của lưới kéo. Từ hai biểu đồ này ta thấy:

- Cá nổi thường thoát ra ở phần cuối thân, còn cá đáy thì thoát ra phần nhiều ở gần miệng lưới.
- Mặt khác, quan sát bằng máy dò cá, người ta cũng nhận thấy cá nổi thường chui thoát qua tấm lưới trên, trong khi đó cá đáy lại chui thoát qua tấm lưới đáy và ở hai bên hông lưới kéo.

Qua thực nghiệm quan sát phản ứng cá đánh bắt và % sản lượng cá thoát ra khỏi lưới, người ta còn nhận thấy:

- Nếu xem như có 100% cá thoát ra khỏi mắt lưới từ tấm trên thì có tới 51% là cá nổi và 31% là cá đáy.
- Nếu xem như có 100% cá thoát ra khỏi mắt lưới từ tấm dưới thì có tới 69% là cá đáy.
- Số lượng cá đáy thoát ra khỏi lưới kéo sẽ tăng lên khi kích thước mắt lưới tăng lên ở phần miệng lưới kéo tăng lên.

Ta có bảng sau đây cho biết tỉ lệ % cá thoát ra khỏi lưới (Bảng 6.2)

Bảng 6.2 - Tỉ lệ % cá thoát khỏi lưới thay đổi theo cỡ mắt lưới

Số lần dặt lưới	Cạnh mắt lưới ở miệng = a (mm)	Sản lượng (tấn)	Số cá đi khỏi lưới (theo % sản lượng ở đọt lưới)
7	100	15,7	5,2
7	200	5,8	7,5
8	300	3,3	11,0
10	400	4,1	21,0

6.5.2 Phương pháp xác định kích thước cạnh mắt lưới

Để xác định tương đối chính xác kích thước cạnh mắt lưới cho các phần của lưới kéo, trước hết cần xác định kích thước cạnh mắt lưới cho phần đọt, rồi từ đó tăng dần kích thước cạnh mắt lưới cho phần thân và cánh lưới kéo.

- Xác định kích thước cạnh mắt lưới ở đọt lưới kéo

Để xác định kích thước cạnh mắt lưới cho phần đọt lưới kéo cần phải theo nguyên tắc là *không được để cho cá chui qua được mắt lưới để ra ngoài, đồng thời cũng không được để cho cá đóng vào mắt lưới.*

Do vậy, thông thường để xác định cạnh mắt lưới phần đọt người ta thường dựa trên kích thước cạnh mắt lưới rê, đánh cùng loại cá, rồi giảm tỉ lệ kích thước cạnh mắt lưới.

Trong tính toán, cạnh mắt lưới a cho lưới rê được xác định theo công thức sau:

$$a_0 = K.L \quad (6.40)$$

$$\text{hoặc} \quad a_0 = K_1 \sqrt[3]{G} \quad (6.41)$$

ở đây: a_0 – là kích thước cạnh mắt lưới rê đánh cùng loài cá với lưới kéo

L – là cỡ chiều dài mà lưới rê muốn bắt.

G – là trọng lượng cá mà lưới rê muốn bắt

K và K_l – tương ứng, là hai hệ số tỉ lệ theo chiều dài và theo trọng lượng mà lưới rê có thể bắt được cá hiệu quả nhất.

Sau khi ta đã tính toán được kích thước cạnh mắt lưới cho lưới rê đánh cùng loại và cỡ cá mà lưới kéo dự định sẽ khai thác nó thì ta có thể tính kích thước cạnh mắt lưới cho phần đút của lưới kéo theo công thức sau:

$$a_d = (0,6 \div 0,7) a_0 \quad (6.42)$$

ở đây: a_d – là kích thước cạnh mắt lưới của đút lưới kéo.

Sau khi đã tính được cạnh mắt lưới ở đút thì tiếp tục lần lượt tính cho thân và cánh theo nguyên tắc cạnh mắt lưới tăng dần từ phần giáp với đút rồi ra thân và cánh.

Xác định kích thước cạnh mắt lưới ở thân và cánh lưới kéo

Ta có thể tính toán cạnh mắt lưới cho các phần thân theo công thức sau:

$$a_{i.th} = K_{i.th} \cdot a_d \quad (6.43)$$

ở đây: $a_{i.th}$ – là cạnh mắt lưới phần thứ i của thân lưới kéo; $K_{i.th}$ – là hệ số cho phần thân thứ i , có thể chọn tăng dần từ $K_{i.th} = 1,1 \div 5,0$; a_d là cạnh mắt lưới ở đút lưới kéo.

và tương tự, để tính toán cho cạnh mắt lưới cho các phần của cánh theo công thức sau:

$$a_c = K_{i.c} \cdot a_d \quad (6.44)$$

ở đây: $a_{i.c}$ – là cạnh mắt lưới phần thứ i của cánh lưới kéo; $K_{i.c}$ – là hệ số cho phần cánh thứ i , có thể chọn tăng dần từ $K_{i.th} = 1,5 \div 20,0$; a_d là cạnh mắt lưới ở đút lưới kéo.

Trong thực tế sản xuất, người ta thường chọn:

- Cạnh mắt lưới phần miệng lưới kéo tầng giữa, loại lớn, có thể từ $a = (0,6 \div 1,0)$ m.
- Cạnh mắt lưới phần miệng lưới kéo tầng giữa, loại nhỏ, có thể từ $a = (0,4 \div 0,6)$ m.
- Cạnh mắt lưới ở miệng của lưới kéo tầng đáy, loại lớn, khoảng $a = 0,2$ m.

Lưu ý rằng, nếu môi trường nước là khá trong, lưới dễ bị nhìn thấy, thì ta có thể tăng kích thước cạnh mắt lưới lên. Chẳng hạn, lưới kéo tầng giữa có thể tăng kích thước cạnh mắt lưới ở miệng lưới kéo lên gấp 2-3 lần; lưới kéo tầng đáy cạnh mắt lưới kéo ở miệng có thể tăng lên từ 1-2 lần so với nước đút bình thường.

6.5.3 Chọn màu sắc cho chỉ lưới và các dây phụ trợ lưới kéo

Để chọn màu sắc cho chỉ lưới kéo, trước tiên ta phân biệt độ nhìn thấy của chỉ lưới kéo trong nước, trên cơ sở là đảm bảo sao cho ở phần miệng lưới cần có độ nhìn thấy chỉ lưới là nhỏ nhất (khó thấy).

Thực tế sản xuất cho thấy, một khi độ trong của môi trường nước thấp, độ chiếu sáng trong nước giảm và độ phát sáng của chỉ lưới trong nước ít thì sản lượng khai thác của lưới kéo có thể tăng lên gấp 1,5 – 2,0 lần.

Đối với nền của lưới kéo có mắt lưới càng nhỏ càng cần phải để độ nhìn thấy đối với nó là nhỏ nhất. Tuy nhiên, tùy theo từng phần của lưới kéo mà nền lưới kéo có thể có các màu khác nhau phụ thuộc vào chức năng của từng phần và phản ứng tập tính của cá đánh bắt.

Đối với lưới kéo tầng giữa và tầng đáy thì các dây dõ, cáp kéo và điều cần để độ nhìn thấy là lớn nhất, ta có thể dùng màu phát quang cho các dây này.

Từ các yêu cầu trên, đối với môi trường nước biển, ta có thể chọn màu thích hợp cho lưới hoặc các dây phụ trợ khai thác lưới kéo. Trong đó:

- Màu trắng có độ nhìn thấy là lớn nhất.
- Màu xanh lá cây có độ nhìn thấy là nhỏ nhất.

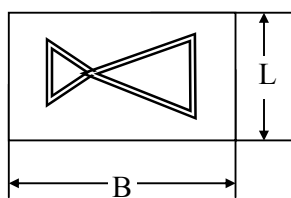
6.6 Thiết kế các phương tiện nâng, mở cho lưới kéo

6.6.1 Các đặc trưng thiết kế của ván lưới

Tác dụng của ván là nhằm tạo độ mở ngang hoặc độ mở cao cho miệng lưới (điều). Trong lưới kéo đơn thì ván lưới làm nhiệm vụ tạo độ mở ngang, còn điều thì chủ yếu tạo độ cao cho miệng lưới.

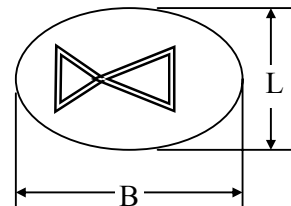
Điều quan trọng trong thiết kế ván lưới là phải làm sao cho ván khi làm việc thì luôn tạo được độ mở cần thiết và ổn định. Độ mở (ngang hoặc cao) và độ ổn định của ván lưới được đánh giá qua các đại lượng đặc trưng của ván như: tỉ số hình dáng (λ); góc tổng tới hạn (α) và góc xây dựng ván (θ) (hay còn gọi là góc cấu tạo).

+ Tỉ số hình dáng (λ)



$$\lambda = \frac{L^2}{L.B} = \frac{L}{B} \quad (6.46)$$

H 6.12 - Tỉ số hình dáng của ván chữ nhật



$$\lambda = \frac{L^2}{F} \quad (6.47)$$

H 6.13 - Tỉ số hình dáng của ván Oval

Tỉ số hình dáng (λ) của ván lưới kéo là tỉ số của bình phương kích thước chiều dài ván với diện tích thật sự của ván lưới (H 6.12 và H 6.13). Nghĩa là,

$$\lambda = \frac{L^2}{S} \quad (6.45)$$

Trong đó: L - là kích thước chiều rộng (hoặc chiều cao) của ván lưới kéo; S - là diện tích thật sự của ván lưới kéo.

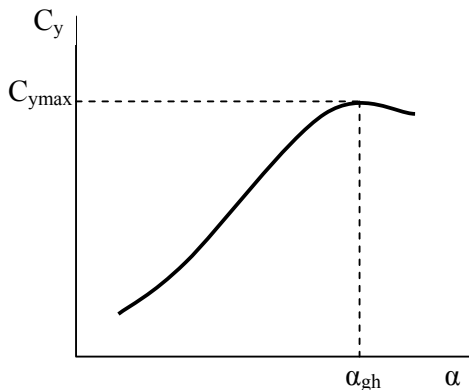
Thông thường, tỉ số hình dáng (λ) của ván lưới thường nhỏ hơn 1 ($\lambda < 1$).

- Đối với lưới kéo tầng đáy và tầng giữa thì $\lambda = 0,5 \div 0,75$.
- Tuy nhiên, có một số loại ván của lưới kéo tầng giữa có thể có $\lambda = 2 \div 6$.

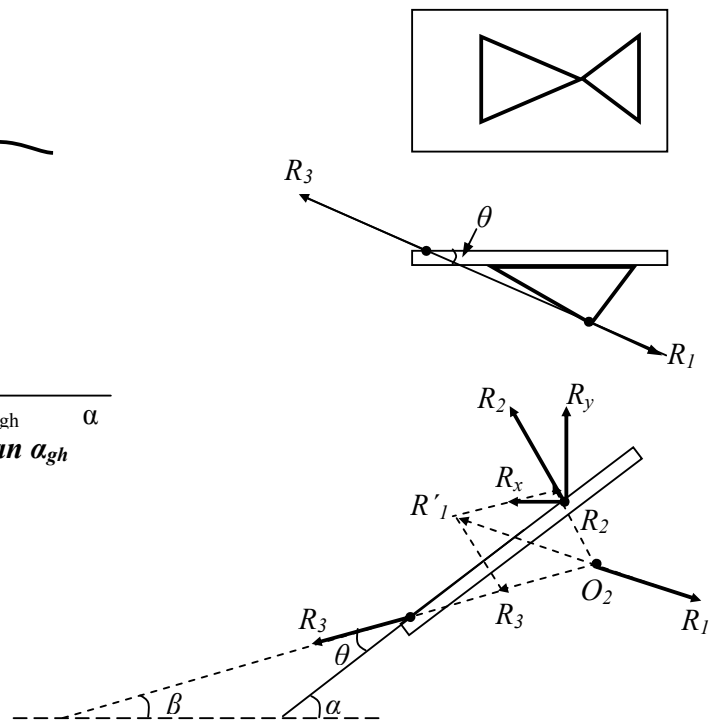
+ **Góc tổng ván lưới**, là góc hợp bởi phương di chuyển tới của ván với mặt phẳng ván lưới. Góc tổng ván lưới sẽ quyết định độ mở ngang (hoặc mở cao) cho lưới kéo và độ ổn định của ván lưới. Tuy nhiên, để đánh giá khả năng làm việc của ván người ta quan tâm đến các đại lượng có tính quyết định, ảnh hưởng đến góc tổng của ván là *góc tổng tới hạn* (α) và *góc xây dựng ván* (θ).

Góc tổng tới hạn (α_{gh}), là góc tổng của ván lưới mà ứng với góc tổng đó thì độ mở ngang (hoặc độ nâng) của ván lưới đạt giá trị cực đại (H 6.14). Về phương diện vật lý, ở góc tổng giới hạn sẽ có sự khác biệt giữa 2 loại dòng chảy dòng qua bề mặt của ván.

- Khi $\alpha < \alpha_{gh}$ thì dòng chảy vòng từ mặt trên xuống mặt dưới (hay từ mặt trong ra mặt ngoài) của ván áp sát vào ván lưới.
- Khi $\alpha > \alpha_{gh}$ thì dòng chảy vòng từ mặt trên qua mặt dưới (hay từ mặt trong ra mặt ngoài) của ván không thể áp sát vào ván lưới được và bị tách ra và vì thế mà làm cho hệ số lực cản K_{sc} của ván tăng lên.



H 6.14 – Góc tổng tới hạn α_{gh} của ván lưới



H 6.15 – Xác định góc xây dựng ván (θ)

Góc xây dựng của ván (θ) hay còn gọi là góc cấu tạo ván lưới, là góc hợp giữa trục dọc của ván lưới với phương đường thẳng nối giữa hai điểm đặt lực căng của dây đôi và điểm đặt lực căng của dây cáp kéo (H 6.15).

Khi ván lưới kéo làm việc trong nước, ván phải chịu các lực tác dụng như sau:

- Lực căng của dây cáp kéo (R_1)
- Hợp lực của các lực thủy động (R_2)
- Lực căng của dây đôi (R_3)
- Trọng lượng của ván trong nước (G)
- Lực ma sát của ván với nền đáy (R_{ms})

Để tính toán được góc xây dựng ván, trước hết ta:

- Tính tiến R_2 theo phương của nó đến điểm O_2 .
- Tính tiến R_3 theo phương của nó đến điểm O_2 .

Một khi cân bằng cho các lực được tạo ra, khi đó ta có: $R_1 = R_2 + R_3 = R'_1$ và góc tổng làm việc của ván lưới khi đó sẽ là:

$$\alpha = \beta + \theta \quad (6.48)$$

Thông thường góc tổng dây dọi là $\beta = 13^\circ \div 15^\circ$. Từ đây ta có thể xác định góc xây dựng ván lưới theo công thức (6.39).

Ví dụ: Trên cơ sở ta chọn $\beta = 15^\circ$. Nếu ta muốn có góc tổng tới hạn $\alpha = 35^\circ$, khi đó góc xây dựng ván θ sẽ là:

$$\theta = \alpha - \beta = 35^\circ - 15^\circ = 20^\circ$$

Nghĩa là, để đảm bảo cho ván làm việc tốt nhất thì ta phải thiết kế ván lưới sao cho góc xây dựng ván θ làm việc ở góc là 20° .

Một khi ván lưới kéo đã làm việc ổn định trong nước thì khi đó các tọa độ và các momen đều phải ở trạng thái ổn định và cân bằng, *nghĩa là*:

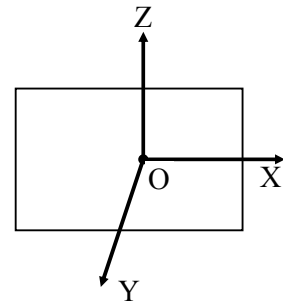
- Ba phương trình về hình chiếu của các tọa độ phải là:

$$\Sigma X = 0; \quad \Sigma Y = 0; \quad \Sigma Z = 0$$

- Ba phương trình về các momen lực cũng phải là:

$$\Sigma M_X = 0; \quad \Sigma M_Y = 0; \quad \Sigma M_Z = 0$$

Để xét sự ổn định của ván, ta cần xác định chính xác *tâm áp lực* của ván.



+ Tâm áp lực của ván lưới kéo

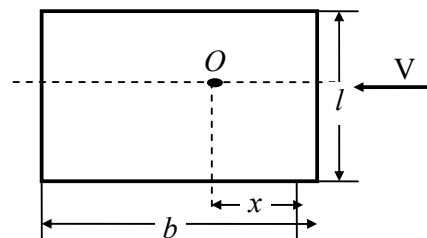
Tâm áp lực của ván là vị trí của lực tổng hợp tác dụng lên ván (H 6.16). Tâm áp lực là một hàm phụ thuộc vào góc tổng α , khi góc tổng α thay đổi thì tâm áp lực sẽ di chuyển trên trục X. Cụ thể là:

- Khi ván làm việc với góc tổng $\alpha = 90^\circ$ thì tâm áp lực vẫn nằm trên trục X, nhưng tại trung điểm của ván.

- Khi ván làm việc với góc tổng $\alpha < 90^\circ$ thì tâm áp lực vẫn nằm trên trục X, nhưng dịch chuyển về phía trước của ván.

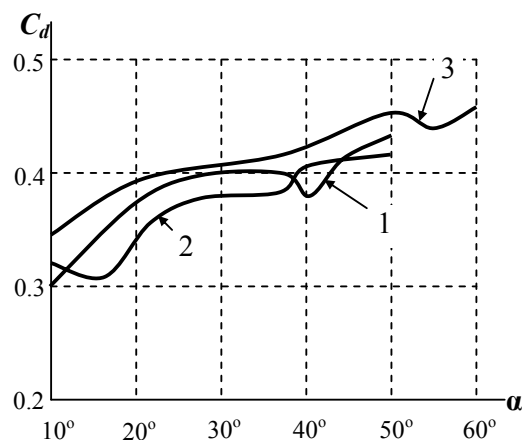
Để có thể biết được vị trí của tâm áp lực, ta có phương trình và đồ thị sau biểu thị vị trí tương đối của tâm áp lực (C_d) ứng với các góc tổng α khác nhau.

$$C_d = \frac{x}{b} = f(\alpha) \quad (6.49)$$



Sự làm việc ổn định của ván lưới kéo thì phụ thuộc vào sự ổn định của vị trí tương đối của tâm áp lực C_d .

Từ đồ thị H 6.17 ta thấy rằng trong khoảng $\alpha = 20^\circ \div 40^\circ$ thì C_d ít thay đổi. Vì vậy, ta nên chọn góc tổng α ở khoảng này.



H 6.17 - Vị trí tương đối của tâm áp lực ứng với góc tổng α

- (1) Ván chữ nhật
- (2) Ván bầu dục 2 khe

Khi tâm áp lực (O) tạo được sự ổn định cho ván lưới thì khi đó tất cả tổng momen các lực theo các phương x , y , z được xem như bằng không. Tuy nhiên, trong quá trình làm việc của ván một khi có sự thay đổi trong cấu tạo lưới hoặc dây treo ván hoặc điều kiện nền đáy biển thì tâm áp lực sẽ thay đổi. Khi đó các momen lực sẽ gây cho ván làm việc không ổn định theo một chiều hướng ảnh hưởng nào đó. Cụ thể ta hãy:

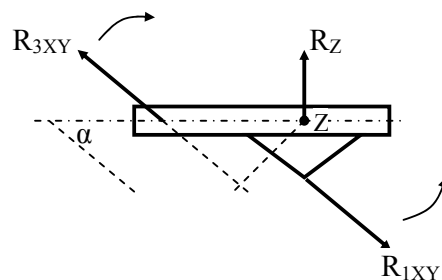
- Xét sự cân bằng đối với trục Z

Khi đó, điều kiện cân bằng là:

$$\Sigma M_Z = 0 \text{ (trục Z hướng ra ngoài)}$$

Ta thấy rằng momen đối với trục Z sẽ làm thay đổi góc tổng α (H 6.18). Cụ thể là:

- Momen do R_{1xy} gây ra sẽ làm tăng góc tổng α .
- Momen do R_{3xy} gây ra sẽ làm giảm góc tổng α .



H 6.18 - Momen R_{1xy} và R_{3xy} làm thay đổi góc tổng

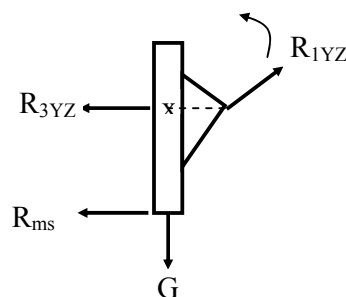
- Xét sự cân bằng đối với trục X

Khi đó, điều kiện cân bằng là:

$$\Sigma M_X = 0$$

Ta thấy rằng momen đối với trục X sẽ làm cho ván bị nghiêng (H 6.19). Cụ thể là:

- Momen do R_{ms} gây ra sẽ làm cho ván nghiêng về phía trong.
- Momen do R_{1yz} gây ra sẽ làm cho ván bị nghiêng ra phía ngoài.



H 6.19 - Momen R_{1yz} và R_{ms} làm thay đổi góc tổng

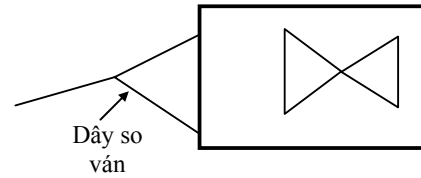
Để cho ván luôn làm việc với vị trí thẳng đứng thì cần phải nâng cung ván lên trên sao cho hình chiếu của điểm liên kết khi được chiếu lên ván sẽ nằm ở phía trên.

Trong thực tế, đối với các lưới kéo cơ giới thì ván rất nặng, và trong khi làm việc nó hơi nghiêng vào trong một chút.

- Xét cân bằng đối với trục Y

Khi đó, điều kiện cân bằng là: $\Sigma M_Y = 0$. Momen của các lực đối với trục Y sẽ làm cho ván khi làm việc trong nước thường ngóc đầu lên hoặc chúi mũi xuống. Thông thường người ta thường thiết kế cho ván hơi ngóc đầu lên một chút để ván có thể lướt bùn.

Momen lực R_{IXZ} sẽ làm cho ván làm cho ván ngóc lên hay chúi mũi xuống tùy thuộc vào vị trí hình chiếu điểm liên kết với dây kéo là ở trên hay dưới trục X. Thường để cho ván làm việc trong nước người ta thường nâng hình chiếu của điểm liên kết lên trên trục X một ít. Ngoài ra để có thể điều chỉnh ván chênh lên hay chênh xuống người ta có thể điều chỉnh dây so ván (H 6.20).



H 6.20 – Có thể điều chỉnh dây so ván để ván lướt bùn

+ Tính lực mở và lực cản của ván lưới

Như đã được giới thiệu trong phần lý thuyết về ngư cụ, ta có thể tính lực mở và lực cản của ván bởi hai phương trình cơ bản sau:

$$\text{Lực mở (hoặc lực bồng):} \quad R_y = C_y(\lambda, \alpha, Re) \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot F$$

$$\text{và Lực cản :} \quad R_x = C_x(\lambda, \alpha, Re) \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot F$$

Trong đó: C_y và C_x , tương ứng, là hệ số lực mở (hoặc lực bồng) và hệ số lực cản của ván lưới. Chúng là một hàm của các đại lượng λ , α và hệ số Re .

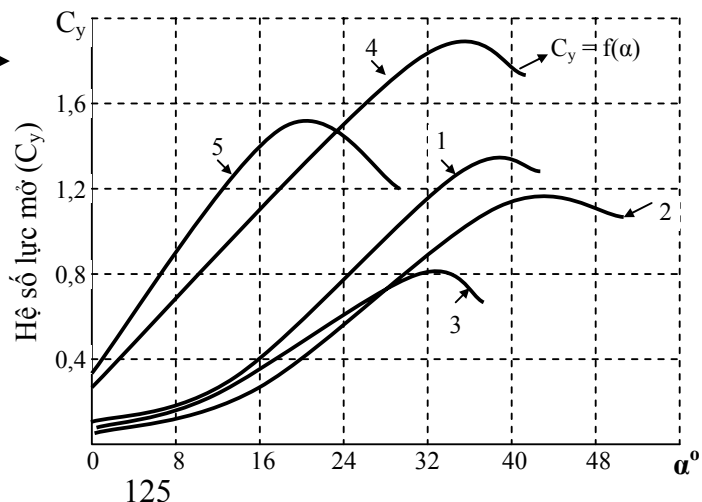
Dù ta hoàn toàn có thể tính các hệ số C_y và C_x bằng phương pháp toán học, nhưng sẽ có sai số lớn do bởi thực tế các giá trị này chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố ngẫu nhiên khác trong quá trình hoạt động dưới biển. Vì thế, thường người ta thích chọn giá trị của nó qua thực nghiệm.

Từ thực nghiệm người ta đã vẽ được các đường cong $C_y = f(\alpha)$ (H. 21) và $C_x = f(\alpha)$ (H 6.22) mà không cần xét C_y và C_x phụ thuộc vào λ và Re , bởi nếu ta cho ván lưới làm việc trong khu vực mô hình tự động thì chúng sẽ không phụ thuộc vào số Re . Còn đối với λ thì mỗi ván tự thân chúng đã có một giá trị xác định.

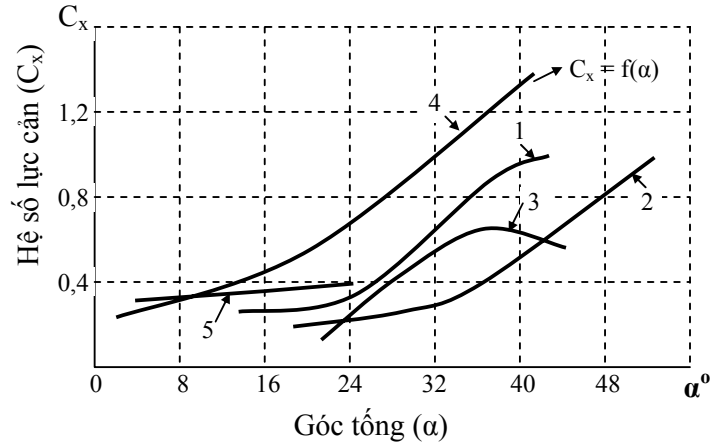
Ta có các đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của C_y và C_x vào α đối với một số loại ván có λ khác nhau như sau:

H 6.21 - Hệ số lực mở phụ thuộc vào

- (1) Ván bầu dục 1 khe.
- (2) Ván bầu dục 3 khe.
- (3) Ván chữ nhật có dạng chữ V.
- (4) Ván hình chòm cầu tròn
- (5) Ván chữ nhật lõm



H 6.22 - Hệ số lực cản phụ thuộc vào góc tổng α



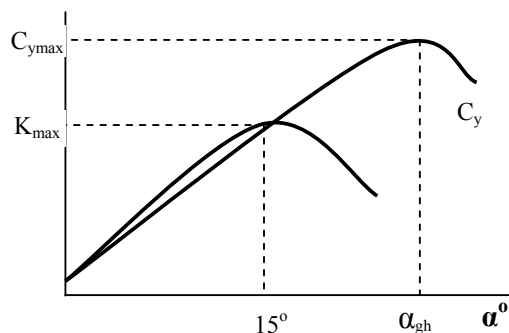
+ Chất lượng thủy động lực của ván (K)

Chất lượng thủy động lực (K) của ván nói lên chất lượng làm việc của ván, có quan hệ đến tính ổn định và cân đối của ván, nó tỉ lệ giữa lực mở và lực ma sát của ván và liên quan đến góc tổng α như sau:

$$K = \frac{R_y}{R_x} = \frac{C_y}{C_x} = f(\alpha) \quad (6.50)$$

ở đây: R_y và C_y , tương ứng, là lực mở và hệ số lực mở của ván; R_x và C_x , tương ứng, là lực cản và hệ số lực cản của ván.

Trong cùng một ván thì chất lượng thủy động thường đạt cực đại ở góc tổng α nhỏ, trong khi đó góc tổng tới hạn α_{gh} lại có giá trị lớn, nên người ta vẫn buộc phải sử dụng hệ số α nhỏ để đạt chất lượng thủy động là tốt nhất (H 6.23). Chẳng hạn, thông thường góc tổng tới hạn $\alpha_{gh} = (35 \div 40)^\circ$, nhưng K_{max} chỉ ứng với $\alpha = (10 \div 15)^\circ$.



H 6.23 - Sự phụ thuộc của K và C_y vào α

+ Lực cản ma sát của ván

Trong quá trình làm việc trong nước ván phải chịu lực cản ma sát do bản thân trọng lượng ván gây ra. Lực cản ma sát của ván được xác định như sau:

$$R_{ms} = f \cdot G$$

ở đây: f là hệ số ma sát, $f = (0,35 \div 0,50)$; G là trọng lượng của ván trong nước.

Trọng lượng của ván trong nước G có thể được xác định theo công thức sau:

$$G = 0,87.M_{kl} - (0,3 \div 0,4).M_g$$

Trong đó: M_{kl} - là trọng lượng phần kim loại trong không khí; M_g - là trọng lượng phần gỗ trong không khí.

Hiện nay người ta thường chế phao thủy tĩnh bằng phao thủy động, một dạng phao thủy động là ván nâng miệng lưới (điều). Ván nâng miệng lưới được lắp tại trung điểm của miệng lưới kéo. Thông thường ván nâng miệng lưới là những mảnh gỗ ghép lại có $\lambda = 0,5$ và được tính toán tương tự như ván mở.

6.6.2 Tính phao

+ Tính lực nổi của phao thủy tĩnh

Trong lưới kéo, phao thủy tĩnh có dạng hình cầu bằng kim loại, hoặc thủy tinh tổng hợp, hoặc nhựa,... Nếu gọi Q là lực nổi trong nước của phao, khi đó:

$$Q = D - P$$

Trong đó: D - là lực nổi của phao; và P là trọng lực của phao trong nước.

Lực nổi (D) và trọng lượng (P) của phao được xác định như sau:

$$D = \gamma_n \cdot V_1 \quad \text{và} \quad P = \gamma \cdot V_2$$

ở đây: V_1 - là thể tích bên ngoài của phao; V_2 - là thể tích của vật liệu phao; γ_n - là trọng lượng riêng của nước; và γ - là trọng lượng riêng của vật liệu phao.

+ Tính lực nổi của phao thủy động

Lực nổi của phao thủy động bao gồm hai thành phần là: lực nổi thủy tĩnh q và lực nổi thủy động R_y . Nghĩa là:

$$Q = q + R_y$$

Khi vận tốc dất lưới $V_{dl} = 0$ thì lực nổi của phao thủy động sẽ là: $Q = q$; còn khi $V_{dl} \neq 0$ thì lực nổi của phao thủy động sẽ là: $Q = q + R_y$.

Tuỳ dạng phao thủy động và vận tốc dất lưới mà thành phần lực nổi thủy động sẽ lớn hơn rất nhiều lần so với thành phần lực nổi thủy tĩnh. *Bảng 3* dưới đây giới thiệu lực nổi thủy tĩnh và lực nổi thủy động của phao cầu được dùng trong lưới kéo.

Bảng 3 – Lực nổi thủy tĩnh và thủy động của phao hình cầu

Đường kính (mm)	Lực nổi thủy tĩnh q (Kgs)	Lực nổi thủy động R_y (Kgs) khi tốc độ vận động (m/s)					
		1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
200	2,8	3,5	4,0	4,9	5,7	6,8	8,9
250	5,2	-	10,3	11,2	15,5	19,0	24,5

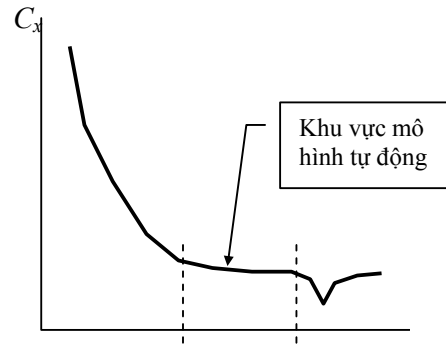
- Sức cản của phao thủy động được tính theo công thức:

$$R_x = C_x \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot F$$

ở đây: C_x phụ thuộc vào hệ số Reynolds (H 6.24),

$$C_x = f(Re)$$

Có một khoảng của hệ số Re nơi đó sẽ cho lực cản là ổn định nhất (khu vực mô hình tự động)



H 6.24 - Ảnh hưởng của Re đến lực cản

- **Sức nổi thủy động của phao thủy động**, cũng được xác định theo công thức:

$$R_y = C_y \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot F$$

ở đây: C_y phụ thuộc vào góc tổng α , $C_y = f(\alpha)$.

- Còn **chất lượng thủy động của phao thủy động** cũng được đánh giá là:

$$K = \frac{Q}{R_x} \approx d$$

ở đây: d - là đường kính của hình cầu.

Đối với phao hình cầu (thủy động hoặc thủy tĩnh), chất lượng thủy động K thì tỉ lệ với đường kính phao (d). *Nghĩa là*, nếu phao hình cầu có đường kính lớn hơn sẽ có lực nổi lớn hơn nhiều lần so với phao có đường kính nhỏ hơn. Trong thực tế, người ta thường dùng phao hình cầu có đường kính từ $d = 200-400 \text{ mm}$.

- **Độ dày cần thiết của phao cầu (δ)** có thể được tính theo công thức sau:

$$\delta = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma} \quad (\text{mm}) \quad (6.51)$$

ở đây: P - là áp lực nước tác dụng lên phao cầu thủy tĩnh (Kg/cm^2); d - là đường kính của phao cầu (mm); σ - là ứng suất nén cho phép của vật liệu làm phao cầu (kg/cm^2)

- Từ đây, nếu như ta biết được σ , δ , d ta có thể tính được **độ sâu làm việc cực đại cho phép (H)** của phao cầu theo công thức thực nghiệm sau:

$$H = \frac{20 \cdot \delta \cdot \sigma}{d}$$

6.7 Cân bằng cho lưới kéo và hình dạng dây cáp kéo

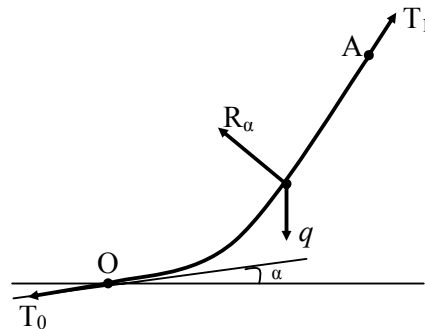
Trong lưới kéo thì vấn đề về hình dạng của lưới kéo có liên quan đến độ sâu, sự ổn định của lưới và ván lưới trong khi làm việc trong nước.

Lưới kéo một khi đã cân bằng (H 6.25) thì cáp kéo phải chịu các lực tác dụng sau:

- Đầu dưới của dây chịu lực tác dụng T_0 .

- Đầu trên của dây chịu lực tác dụng T_1 .
- Lực trọng lượng của cáp kéo trong nước q
- Lực cản thủy động tác dụng lên dây cáp kéo R_α .

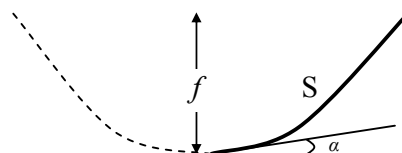
Tuy nhiên, do vận tốc dất lưới là khác nhau, cho nên ta cần phân biệt hai trường hợp tính toán trong dây cáp kéo.



H 6.25 – Các lực tác dụng lên cáp kéo

6.7.1 Tính toán dây cáp kéo khi vận tốc dất lưới nhỏ

Khi vận tốc dất lưới thấp thì lực cản thủy động lên cáp kéo cũng thấp và có thể bỏ qua. Khi đó dây cáp kéo có thể được xem như có hình dạng là đường dây xích (H 6.26). Vì thế lực sẽ phân bố đều trên chiều dài dây cáp kéo.



H 6.26 - Tính cáp kéo khi V_{dl} nhỏ

+ **Chiều dài dây cáp kéo (S)** trong trường hợp vận tốc thấp được tính như sau:

$$S = \sqrt{f^2 + \frac{2T_o \cdot f}{q}} \quad (6.52)$$

Trong đó: f - là độ sâu khai thác (m); q - là trọng lượng 1 m dây cáp kéo trong nước (Kg/m); T_o - là sức căng đầu dưới của dây cáp kéo (kg).

+ **Sức cản của dây cáp kéo (R)** trong trường hợp này sẽ là:

$$R = C_x \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot D \cdot S \quad (6.53)$$

Trong đó: C_x - là hệ số lực cản, hệ số này sẽ là một hàm của góc tổng α . Nhưng do góc α rất nhỏ ($\alpha \ll$), nên α có thể được tính bằng: $\alpha = \arcsin f/s$; D - là đường kính của dây cáp kéo (mm); S - là chiều dài dây cáp kéo (m); ρ - là mật độ của nước; V - là vận tốc dất lưới (m/s).

6.7.2 Tính toán dây cáp kéo khi vận tốc dất lưới lớn

Khi này người ta tính chiều dài dây cáp kéo, độ sâu làm việc của lưới theo công thức của B. H. Strelkalova.

Qui luật thay đổi lực cản của dây cáp kéo được tính theo công thức sau:

$$dR_\alpha = C_o \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot dS \cdot D \cdot \sin^2 \alpha \quad (6.54)$$

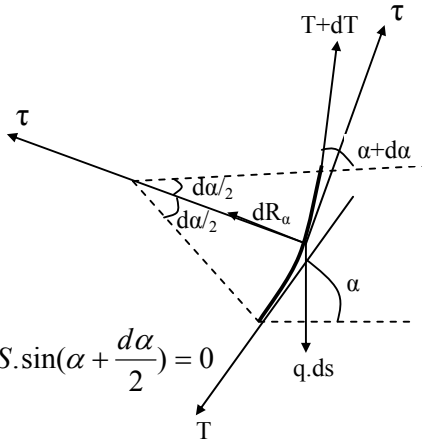
Trong đó: C_o - là hệ số lực cản tại một phần của dây cáp kéo; ρ - là mật độ nước; V - là vận tốc dất lưới; D - là đường kính dây cáp kéo; dS - là một đơn vị chiều dài cáp; α - là góc hợp bởi tiếp tuyến của dây cáp kéo với đường nằm ngang.

Từ (6.54) ta nhận thấy, khi góc α thay đổi lên thì R_α sẽ thay đổi. Thông thường dây cáp kéo được sử dụng là loại dây cáp thép, nên ta có $C_o = 1,1$.

Để tìm hiểu hình dạng, chiều dài S , độ xa, độ sâu của dây cáp kéo ta cần nghiên cứu một đơn vị chiều dài nhỏ nhất dS (H 6.27).

Giả thiết τ và n là hệ trục tọa độ tự nhiên. Khi đơn vị nhỏ nhất của dây cáp kéo dS ở trạng thái cân bằng thì hình chiếu của các thành phần lực tác dụng lên nó lên hai trục τ và n là:

$$\sum \tau = -T \cdot \cos \frac{d\alpha}{2} + (T + dT) \cos \frac{d\alpha}{2} - q \cdot dS \cdot \sin(\alpha + \frac{d\alpha}{2}) = 0 \quad (6.55)$$



$$\sum n = dR_\alpha + T \cdot \sin \frac{d\alpha}{2} + (T + dT) \cdot \sin \frac{d\alpha}{2} - q \cdot dS \cdot \cos(\alpha + \frac{d\alpha}{2}) = 0 \quad \text{H 6.27 - Biến động của } d\alpha \text{ lên } dS$$

Giải phương trình (6.55), ta được: $T - T_0 = q \cdot f \quad (6.56)$

Trong đó: q - là trọng lượng trong nước của dây cáp kéo; f - là độ sâu làm việc của dây cáp kéo. T được xác định như sau:

$$\ln T + C = \frac{q}{R} \int \frac{D \cdot \cos \alpha}{(1 + \frac{q^2}{4K^2}) - (\cos \alpha + \frac{q}{2K})^2} \quad (6.57)$$

ở đây: K - là lực cản thủy động lực của nước tác dụng lên 1 m dây cáp kéo trực giao với phương của tốc độ di chuyển. K được xác định như sau:

$$K = C_0 \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot D$$

Từ phương trình (6.57) ta thấy rằng chúng chỉ có ý nghĩa nghiên cứu khi mẫu số của vế phải trong phương trình (6.57) khác 0. Như vậy, sẽ có hai trường hợp:

hoặc thứ nhất là: $\sqrt{1 + \frac{q^2}{4K^2}} < \cos \alpha + \frac{q}{2K}$

hoặc thứ hai là: $\sqrt{1 + \frac{q^2}{4K^2}} > \cos \alpha + \frac{q}{2K}$

Với trường hợp thứ nhất, dây cáp kéo phải võng hướng xuống dưới. Còn với trường hợp thứ hai, dây cáp kéo phải võng lên trên. Trong nghề cá, chỉ có thể xuất hiện trường hợp thứ nhất, còn thì trường hợp thứ hai là không thể xảy ra.

Khi đó ta đặt: $\sqrt{1 + \frac{q^2}{4K^2}} - \frac{q}{2K} = \cos \alpha_{gh} \quad (6.58)$

và như vậy: $\cos \alpha_{gh} < \cos \alpha$ hay là: $0 < \alpha < \alpha_{gh}$.

Một khi độ võng của dây cáp kéo hướng xuống dưới thì nếu ta xét từ điểm dưới lên điểm trên thì góc α sẽ tăng dần từ $0 \rightarrow \alpha_{gh}$ và α_{gh} sẽ được xác định phụ thuộc vào trọng lực và lực cản của dây cáp kéo.

Theo phương trình (6.58) áp dụng cho đường dây xích thì ta sẽ có: $\cos \alpha = \infty - \infty = 0$, khi đó: $\alpha_{gh} = 90^\circ$.

Điều kiện để cho dây cáp kéo võng hướng xuống dưới là góc $\alpha_{gh} < \alpha$. Góc α_0 là góc tiếp tuyến đầu dưới của dây cáp kéo và góc nó được xác định như sau (H 6.28):

$$\alpha_0 = \text{arctg} \frac{T_{dk}}{(0,5).R_l.R_v} \quad (6.59)$$

Trong đó: R_l - là sức cản của lưới; R_v là sức cản của ván; R_{dk} là thành phần lực thẳng đứng của dây cáp kéo

Còn T_0 là lực kéo căng tổng hợp ở đầu dưới của dây cáp kéo, lực này được xác định bằng:

$$T_0 = \sqrt{(0,5.R_l + R_v)^2 + T_{dk}^2}$$

Giải tiếp phương trình (6.57) ta xác định được kết quả sau:

- Sức căng T tại góc α nào nó sẽ là:
$$T = T_0.B \left(\frac{\cos \alpha + b}{\cos \alpha - a} \right)^m \quad (6.60)$$

- Chiều dài dây cáp kéo S sẽ là:
$$S = \frac{T_0.B.m.(a+b)}{q} \cdot \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{(\cos \alpha + b)^{m-1}}{(\cos \alpha - a)^{m+1}} \cdot d\alpha \quad (6.61)$$

- Hình chiếu bằng của dây cáp kéo sẽ là:

$$x = \frac{T_0.B.m.(a+b)}{q} \cdot \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{(\cos \alpha + b)^{m-1}}{(\cos \alpha - a)^{m+1}} \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha \quad (6.62)$$

và
$$y = \frac{T_0}{q} \left[B \left(\frac{\cos \alpha + b}{\cos \alpha - a} \right)^m - 1 \right] \quad (6.63)$$

Trong đó:

$$m = \frac{q}{\sqrt{4K^2 + q}}; \quad a = \sqrt{1 + \frac{q^2}{4K^2}} - \frac{q}{2K};$$

$$b = \sqrt{1 + \frac{q^2}{4K^2}} + \frac{q}{2K}; \quad B = \left(\frac{\cos \alpha_0 - a}{\cos \alpha_0 - b} \right)^m$$

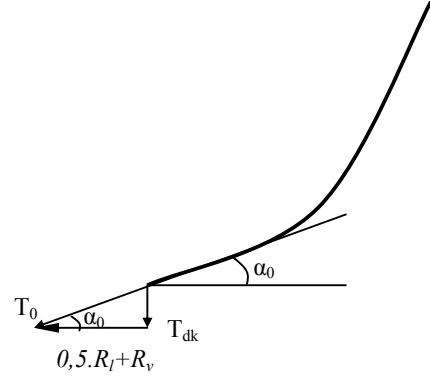
(64)

Khai triển chuỗi Taylor, theo phương pháp gần đúng ta được như sau:

$$S = c \left[\psi(\alpha_0) \cdot (\alpha - \alpha_0) + \frac{\psi'(\alpha_0)}{2!} (\alpha - \alpha_0)^2 + \frac{\psi''(\alpha_0)}{3!} (\alpha - \alpha_0)^3 + \dots \right] \quad (6.65)$$

Trong đó:

-
$$C = \frac{T_0.B.m.(a+b)}{q}$$



H 6.28 - Xác định sức căng tổng hợp T_0

$$- \psi(\alpha_0) = \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-1}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+1}}$$

$$- \psi'(\alpha_0) = \sin \alpha_0 [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) - (a-b)] \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-2}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+2}}$$

$$\begin{aligned} \psi'' = \sin^2 \alpha_0 [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) - (a-b)] & \left[4 \cos \alpha_0 + m(a+b) + 2(a-b) \cdot \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-3}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+3}} \right] + \\ & + (2 \cos 2\alpha_0 - \sin^2 \alpha_0) [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) \cos \alpha_0 - (a-b) \cos \alpha_0] \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-2}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+2}} \end{aligned}$$

+ **Tính hình chiếu của chiều dài dây cáp kéo lên mặt phẳng của đáy biển.**

$$X = c \left[\psi_1(\alpha_0) \cdot (\alpha - \alpha_0) + \frac{\psi'_1(\alpha_0)(\alpha - \alpha_0)^2}{2} + \frac{\psi''_1(\alpha_0)(\alpha - \alpha_0)^3}{3} \dots \right] \quad (6.66)$$

Trong đó:

$$* C = \frac{T_0 \cdot B \cdot m \cdot (a+b)}{q};$$

$$* \psi_1(\alpha_0) = \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-1}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+1}} \cdot \cos \alpha_0$$

$$* \psi'_1(\alpha_0) = 0,5 \cdot \sin 2\alpha_0 [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) - (a-b)] \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-2}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+2}} - \sin \alpha_0 \cdot \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-1}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+1}}$$

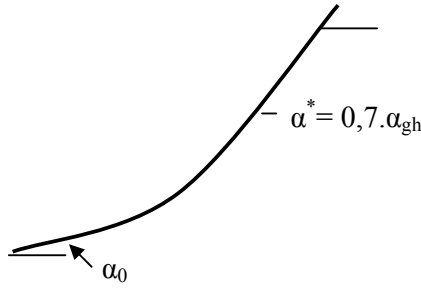
$$\psi''_1 =$$

$$\begin{aligned} & 0,5 \cdot \sin 2\alpha_0 \cdot \sin \alpha_0 [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) - (a-b)] \left[4 \cos \alpha_0 + m(a+b) - 2(a-b) \cdot \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-3}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+3}} \right] + \\ & + (\cos 2\alpha_0 - \sin^2 \alpha_0) [2 \cos \alpha_0 + m(a+b) - (a-b)] \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-2}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+2}} - \\ & - \sin 2\alpha_0 \cdot \sin \alpha_0 \cdot \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-2}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+2}} - \cos \alpha_0 \cdot \frac{(\cos \alpha_0 + b)^{m-1}}{(\cos \alpha_0 - a)^{m+1}}. \end{aligned}$$

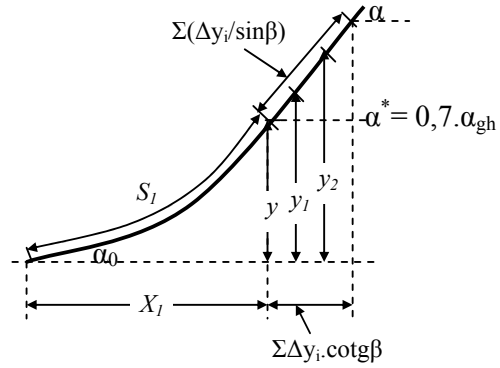
Khi ta dùng công thức (6.65) và (6.66) để tính chiều dài dây cáp kéo trên mặt phẳng nằm ngang ứng với $\alpha < 0,7 \cdot \alpha_{gh}$ thì sai số cũng không vượt quá 5%.

Để đảm bảo cho việc tính cho dây cáp kéo có $\alpha < 0,7 \alpha_{gh}$ thì ta làm như sau:

- Nếu đầu múc $\alpha < 0,7 \cdot \alpha_{gh}$ thì ta tính một lần (H 6.29).



H 6.29



H 6.30

- Nếu đầu mức $\alpha > 0,7 \cdot \alpha_{gh}$ thì khi đó ta phải tìm điểm $\alpha^* = 0,7 \cdot \alpha_{gh}$ và khi này sẽ tính theo (H 6.30) và công thức:

$$S = S_I + \sum \frac{\Delta y_i}{\sin \beta_i} \quad (6.67)$$

$$X = X_I + \sum \Delta y_i \cdot \cot g \beta_i \quad (6.68)$$

Trong đó: S_I và X_I được tính theo công thức (6.65) và (6.66).

Còn để tính cho 2 thành phần sau của (6.67) và (6.68) thì người ta làm như sau:

Theo công thức (6.65), (6.66) và (6.63) ta sẽ xác định được: S_I , X_I , và Y_I ứng với giá trị $\alpha = 0,7 \cdot \alpha_{gh}$. Sau khi cho số gia góc tổng $\Delta \alpha = 1^\circ$, xác định theo công thức (6.63) để cho góc α_1 và $\alpha_2 = \alpha_1 + \Delta \alpha$.

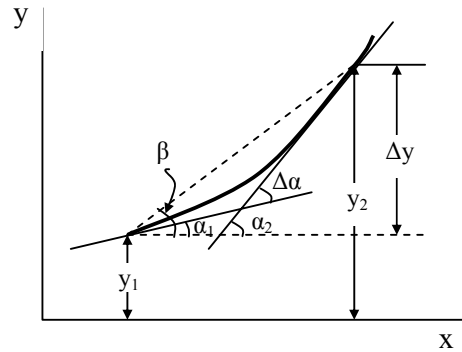
Nếu đại lượng Y ứng với α_1 là Y_I ; đại lượng Y ứng với α_2 là Y_2 , thì:

$$\Delta Y = Y_2 - Y_I$$

+ Nếu xác định β : $\beta = \alpha_1 + \frac{\Delta \alpha}{2}$

thì ta sẽ tìm được ΔS : $\Delta S = \frac{\Delta y}{\sin \beta}$

và $\Delta x = \Delta y \cdot \cot g \beta$



H 6.31

Các đoạn tiếp theo sẽ làm như thế và ta làm đến khi nào đại lượng y bằng với độ sâu đánh bắt thì thôi, nghĩa là: $Y = Y_I + \sum \Delta Y = f$

ở đây: f - là độ sâu đánh bắt. Với cách làm như trên ta chỉ mắc sai số khoảng 5%.

B.H. Strelkalova đã làm thực nghiệm để xác định giá trị α_0 tương đương, khi cho dây cáp kéo vận động với vận tốc $V = 3$ hải lý/giờ = const., ứng với lực căng $T_0 = 2000$ kg, $D = 25$ mm đã xác định được công thức thực nghiệm cho α_0 như sau:

$$\alpha_0 = \arctg \frac{T_{dk}}{0,5 \cdot R_l + R_v}$$

Trong đó: T_{dk} là thành phần lực thẳng đứng của dây cáp kéo. Sau khi tính xong, Strelkalova đã vẽ được hình dạng của dây cáp kéo ứng với các góc tổng α_0 khác nhau như đồ thị bên (H 6.31).

Tóm lại, từ những phương trình trên, giải ra sẽ tìm được độ dài, độ sâu, sức căng, hình dạng của dây cáp kéo,...

Nếu như sử dụng công thức của Strelkalova thì ta đồng thời cũng tính được công thức tính lực cản của dây cáp kéo (H 6.32):

$$R_{dk} = T_x - T_{0x} \quad (6.69)$$

Trong đó: $T_{0x} = T_0 \cdot \cos \alpha_0$

$$T_x = T \cdot \cos \alpha$$

$$T = T_0 + q \cdot f$$

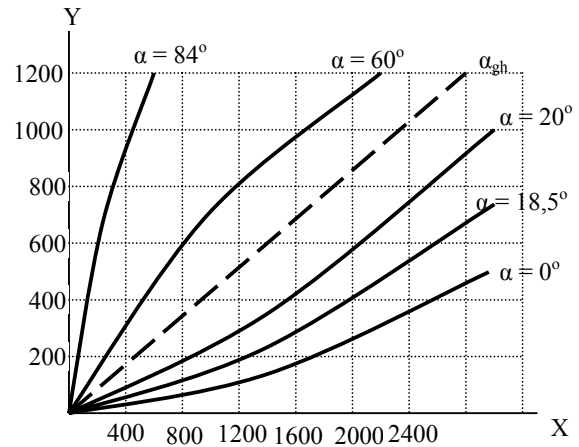
Từ công thức (6.60):

$$T = T_0 \cdot B \cdot \cos \left(\frac{\cos \alpha + b}{\cos \alpha - b} \right)^m$$

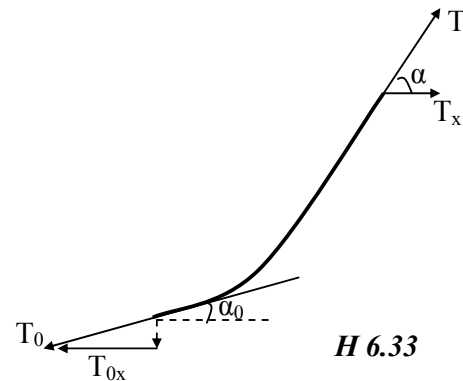
Ta có thể rút ra được α :

$$\alpha = \arccos \frac{b + \sqrt[m]{\frac{T}{T_0 \cdot B}} \cdot a}{\sqrt{\frac{T}{T_0 \cdot B}} - 1}$$

$$\text{Vậy: } R_{dk} = T \cdot \cos \alpha - T_0 \cdot \cos \alpha_0 \quad (6.69a)$$



H 6.32 - Hình dáng của cáp kéo



H 6.33

6.8 Lực cản của các phần lưới trong lưới kéo

Để tính lực cản của các phần lưới trong lưới kéo, có ba phương pháp tính tùy theo quan điểm của người tính toán muốn tính về lực cản này: Các quan điểm đó như sau:

- (i) Tính lực cản của lưới trên cơ sở bằng tổng sức cản của các bộ phận cộng lại.
- (ii) Tính lực cản toàn bộ của lưới kéo.
- (iii) Tính lực cản trong mối quan hệ giữa lực kéo của tàu và lực cản của lưới.

Tùy theo nhận định và thực tế mà người thiết kế có thể áp dụng các tính toán cho lực cản của lưới kéo phù hợp nhất.

6.8.1 Lực cản của lưới kéo là tổng lực cản của các phần trong lưới kéo cộng lại

Khi này ta tính lực cản của ba bộ phận chủ yếu của lưới kéo là: cánh lưới; thân lưới (gồm cả lưới chắn); và đọt lưới.

- Lực cản của thân lưới:

Để tính lực cản của thân lưới kéo, ta áp dụng công thức thực nghiệm sau:

$$R_{\beta} = b \left[1,8 + 2 \cdot \left(\frac{d}{a} - 0,01 \right) \cdot \beta \right] \cdot F \cdot V^2 \quad (6.70a)$$

ở đây: b - là hệ số kể đến ảnh hưởng của vật liệu làm lưới (lưới 1 lớp hay nhiều lớp, lưới làm bằng chỉ đơn hay chỉ đôi). Nếu lưới do 2 tấm ghép lại thì $b = 1,8$; Nếu lưới đan bằng chỉ đôi thì $b = 1,6$.

β được xác định theo biểu thức sau (H 6.34):

$$\beta = C \cdot \left(\arctg \frac{L_1 - L_2}{\pi \cdot H} \right)$$

Trong đó:

- L_1 và L_2 , tương ứng, là nửa chu vi của mép trên và mép dưới của phân thân đã được rút gọn. Điều kiện để tính toán là $U_1/U_2 = 0,5/0,87$. Nghĩa là, khi đó: $L_1 = 2a \cdot n_1 \times 0,5$; $L_2 = 2a \cdot n_2 \times 0,5$; $H = 2a \cdot m \times 0,87$.
- C là hệ số hiệu chỉnh về thủy động lực; đối với lưới chắn thì $C = 0,4 \div 0,5$; đối với phân thân thì $C = 0,8 \div 0,9$;

Cần lưu ý là công thức (6.70a) chỉ áp dụng cho sợi thực vật. Còn đối với sợi tổng hợp thì ta phải áp dụng công thức thực nghiệm sau (6.70b):

$$R_{\beta} = b \left[1,25 + \left(\frac{d}{a} - 0,01 \right) 125 \sin \beta \right] \cdot F \cdot V^2 \quad (6.70b)$$

- Lực cản của đọt lưới

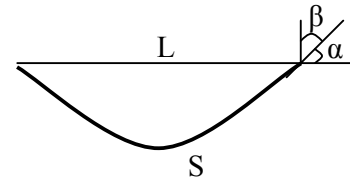
Đối với đọt lưới ta xem như nó có dạng hình trụ, có góc tổng $\beta = 0^\circ$ và được tính theo công thức (6.70a) hoặc (6.70b).

- Lực cản của cánh lưới:

Sức cản của cánh lưới cũng được tính theo công thức (6.70a) hoặc (6.70b). Nhưng đối với cánh lưới thì góc tổng β (H 6.35) là:

$$\beta = 90^\circ - \alpha.$$

trong đó: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{L}{S}$



H 6.35

6.8.2 Lực cản được tính cho toàn bộ lưới kéo

Lực cản của lưới kéo tính cho toàn bộ lưới sẽ được xác định bằng công thức thực nghiệm của Pozentein như sau:

$$R = C_x \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \frac{d_i}{a_i} \cdot F_{\phi} \quad (6.71)$$

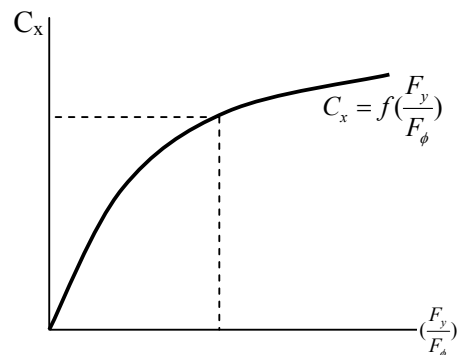
Trong đó: ρ - là mật độ của nước; V - là tốc độ dặt lưới; d_i - là đường kính của chỉ lưới ở bộ phận thứ i ; a_i - là kích thước mắt lưới ở bộ phận thứ i ; F_ϕ - là diện tích giả của nền lưới; và C_x là hệ số lực cản.

Hệ số lực cản C_x này là một hàm của (F_y/F_ϕ) :

$$C_x = f\left(\frac{F_y}{F_\phi}\right) \quad (6.72)$$

và được xác định theo đồ thị H 6.36.

ở đây: F_y - là diện tích hình chiếu của miệng lưới kéo lên mặt phẳng trục giao với phương di chuyển của lưới kéo; F_ϕ - là diện tích giả của toàn bộ nền lưới kéo.



H 6.36 - Đường cong lực cản C_x

Công thức (6.72) dùng để tính lực cản cho lưới kéo tàu (lưới kéo tầng đáy). Nếu áp dụng cho lưới kéo tầng giữa (loại 4 tấm) thì C_x được tính theo công thức sau:

$$C_x = 0,07 + 3,6 \cdot \frac{F_y}{F_\phi}$$

6.8.3 Tính lực cản dựa trên quan hệ giữa lực kéo của tàu và lực cản của lưới

Khi này lực cản của lưới R_l được xác định theo công thức sau.

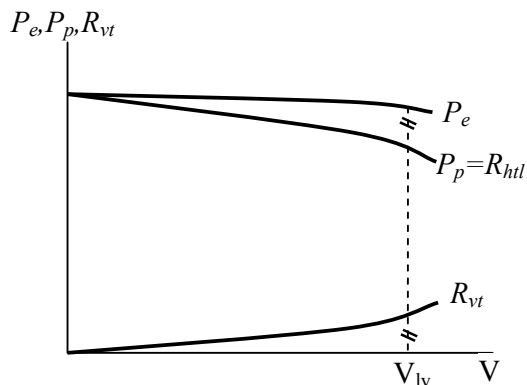
$$R_l = P_e - R_{tb} - R_v - R_{vt} \quad (6.73)$$

Trong đó: P_e - là sức kéo hữu ích của tàu (hay sức đẩy thật sự có được của chân vịt); R_{tb} - là lực cản của các thiết bị (phao, chì, dây, ...); R_v - là lực cản của ván lưới kéo; và R_{vt} - là lực cản của vỏ tàu.

+ Tính lực kéo hữu ích của tàu (P_e)

- Khi tàu mới được sản xuất, ta luôn được cung cấp bảng lý lịch tàu ở đó ta sẽ biết 2 thông số: (1) lực kéo hữu ích của tàu (P_e) và (2) lực cản của vỏ tàu (R_{vt}).

Từ hai đường cong P_e và R_{vt} ta sẽ xác định được đường cong lực kéo làm việc (khả năng kéo thật sự), P_p , sau khi đã trừ cho phần lực cản của vỏ tàu R_{vt} (H 6.37).



H 6.37 - Đường cong lực kéo làm việc P_p của tàu

Trên cơ sở đường cong P_p này sẽ cho phép ta tính toán thiết kế hệ thống lưới với lực cản của hệ thống lưới (R_{hl}) bằng với lực kéo làm việc P_p . *Nghĩa là, khi đó:*

$$P_p = R_{hl}$$

P_p là đường cong biểu thị sức kéo của tàu. Từ đường cong này ta có thể xác định lực cản của hệ thống lưới ứng với từng tốc độ làm việc (V_v) khác nhau.

- Khi tính lực kéo hữu ích (P_e) có kể đến lực hút của dòng nước, thì lực kéo P_e được xác định theo công thức sau:

$$P_e = P_z \cdot (1-t) \quad (6.74)$$

Trong đó: t là hệ số lực hút. Đối với tàu cá, $t = 0,15 \div 0,16$.

Đường cong này ta cũng có thể tự vẽ lại được nếu như ta mất các tài liệu thông tin về tàu hoặc sau thời gian tàu, lưới làm việc trong thực tế sản xuất ta cần phải tính toán lại các thông số cần thiết cho nó. Ta có thể làm bằng cách tính như sau:

- Tính lực đẩy của chân vịt (P)

Lực đẩy của chân vịt (P) là một hàm phụ thuộc cơ bản vào đường kính (D) của chân vịt và số vòng quay (n) của chân vịt. Và được xác định bằng công thức sau:

$$P = K_I \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4 \quad (6.75)$$

Trong đó: K_I - là hệ số lực đẩy, được xác định theo sơ đồ Pappel nhóm I; ρ - là mật độ nước ($\text{kg.s}^2/\text{m}^4$); n - là số vòng quay của chân vịt trong 1 giây; D - là đường kính của chân vịt (m).

Công thức (6.74) là không kể đến số cánh của chân vịt. Nếu có số cánh cụ thể thì lực đẩy của chân vịt được xác định bằng biểu thức sau:

$$P_z = P \cdot \sqrt{\frac{0,55 + Z}{\frac{A}{A_d} \cdot Z}} \quad (6.76)$$

Trong đó: A/A_d - là tỉ số đĩa, (ở đây: A_d - là diện tích hình tròn ngoại tiếp của chân vịt; A - là diện tích mặt đuôi của cánh); Z - là số cánh của chân vịt.

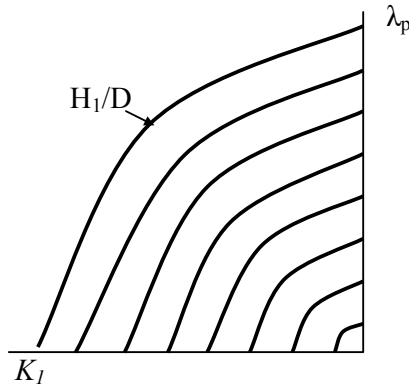
+ Tính hệ số lực đẩy (K_I)

Để tính được K_I ta cần phải biết: **Bước tương đối của chân vịt (λ_p)** và **Tỉ số bước của lực đẩy bằng 0 (H/D)**.

- **Bước tương đối của chân vịt (λ_p)**. có thể được xác định dựa trên biểu đồ Pappel nhóm I (H 6.38), hoặc được tính theo công thức sau:

$$\lambda_p = \frac{V_p}{n \cdot D}$$

ở đây: V_p là tốc độ nước ở đĩa chân vịt, có tính đến vòng cùng chiều (m/s); n là số vòng quay của chân vịt trong 1 giây; D là đường kính của chân vịt.



H 6.38 - Biểu đồ Pappel nhóm I

V_p được tính theo công thức sau: $V_p = V(1-\omega)$ (6.78)

ở đây: V - là vận tốc dặt lưới của tàu; ω - là hệ số cùng chiều, đối với tàu cá người ta lấy $\omega \approx 2$.

Từ đây ta thấy, vì λ_p phụ thuộc vào vận tốc, cho nên sẽ có 3 giá trị λ_p là: λ_p ứng với tốc độ dặt lưới (λ_{pdl}); λ_p ứng với tốc độ bằng 0 ($\lambda_{pv=0}$) và λ_p ứng với tốc độ cực đại (λ_{pVmax}). Nhưng ta chỉ dùng với λ_{pdl} và λ_{pVmax} .

- **Tỉ số bước của lực đẩy bằng 0** (H_1/D) được tính như sau:

$$\frac{H_1}{D} = 1,035 \cdot \frac{H}{D} + 0,05 \quad (6.79)$$

Trong đó: H/D - là tỉ số bước của cấu trúc chân vịt; H_1 - là bước của chân vịt khi chân vịt vẫn quay nhưng lực đẩy bằng 0.

+ **Số vòng quay (n) của chân vịt**

Số vòng quay n của chân vịt có thể được tính theo công thức sau:

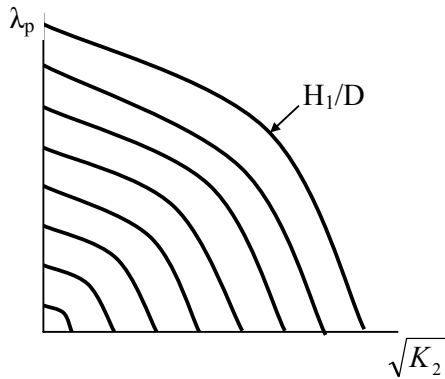
$$n = n_b + \frac{V_{dl}}{V_{dlmax}}(n_{max} - n_b) \quad (6.80)$$

Trong đó: n_b - là số vòng quay của chân vịt khi buộc tàu; n_{max} - là số vòng quay của chân vịt khi chạy tự do; V_{dl} - là tốc độ dặt lưới; và V_{dlmax} - là tốc độ dặt lưới cực đại khi chạy tự do.

- **Số vòng quay của chân vịt khi buộc tàu** (n_b) được xác định theo công thức sau:

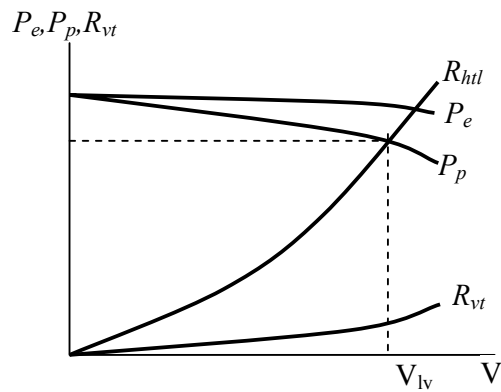
$$n_b = n_{max} \sqrt{\frac{K_2}{K'_2}} \quad (6.81)$$

Trong đó: K_2 và K'_2 , tương ứng, là hệ số momen để cho chế độ vận hành tự do cực đại và cho chế độ đứng yên. K_2 và K'_2 được xác định theo biểu đồ Pappel nhóm II (H 6.39).



H 6.39 - Biểu đồ Pappel nhóm II

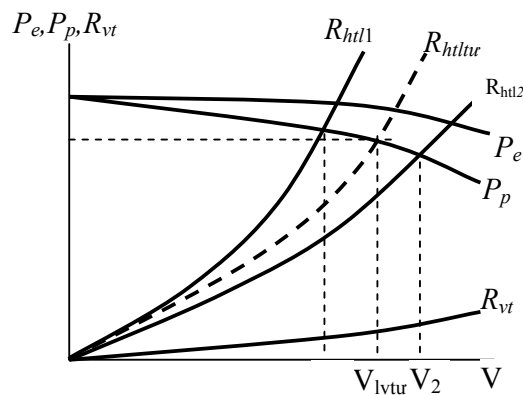
Trong thực tế, lực cản của hệ thống lưới (R_{htl}) thường là một hàm của vận tốc làm việc (H 6.40) thì vấn đề đặt ra là làm sao để kéo lưới với tốc độ như thế nào để tàu dùng hết công suất P_p của nó.



H 6.40 - Đường cong lực kéo làm việc (P_p) của tàu và đường cong lực cản của lưới (R_{htl})

Khi đó ta dựa vào R_{htl} và P_p sẽ tìm ra tốc độ dất lưới (V_{lv}) là giao điểm của đường cong R_{htl} và P_p . Ở tốc độ này tàu sẽ tận dụng hết công suất của nó.

Khi phân tích để chọn tốc độ dất lưới tối ưu phù hợp nhất với đường cong kéo lưới P_p của tàu, người ta thường phân tích dựa vào đồ thị (H 6.41) với hai đường cong lực cản của hệ thống lưới R_{htl1} và R_{htl2} .



H 6.40 - Xác định V_{lur} từ vận tốc V_1 và V_2

Từ giao điểm của hai đường cong lực cản R_{htl1} và R_{htl2} với đường cong lực kéo P_p sẽ có hai tốc độ làm việc V_1 và V_2 tương ứng. Từ đây ta có nhận xét:

- Giao điểm của R_{htl1} và P_p cho ta công suất kéo của tàu lớn nhưng vận tốc kéo lưới bị chậm lại, cá có thể thoát ra ngoài.
- Giao điểm của R_{htl2} và P_p sẽ cho ta công suất kéo của tàu sẽ nhỏ nhưng vận tốc kéo lưới sẽ nhanh hơn, có thể bắt được nhiều cá hơn.

Do đó, để điều hoà lợi ích giữa công suất kéo của tàu và lực cản của hệ thống lưới, người ta thường cố gắng chọn lưới sao cho có lực cản của hệ thống lưới tối ưu nằm giữa hai vận tốc V_1 và V_2 là V_{lur} .

Khi này, để tính lực cản lưới như theo công thức (6.73), ta sẽ thay thế giá trị P_e bởi R_{htlur} và được xác định bằng công thức sau:

$$R_l = R_{htlur} - R_{tb} - 2.R_{dk} - 2.R_v \quad (6.82)$$

Trong đó:

R_{htlur} là lực cản của hệ thống lưới tối ưu ứng với vận tốc làm việc tối ưu mà ta muốn chọn; R_{tb} là lực cản của các thiết bị (phao, chì, dây, ...); R_v là lực cản của ván lưới kéo; và R_{dk} là lực cản thẳng đứng của dây cáp kéo.

Trong thiết kế lưới, nếu như ta thấy rằng lưới mà ta định chọn đã đạt được hệ thống lực cản tối ưu này thì ta có thể dùng nó như là lưới mẫu. Nghĩa là, khi đó lực cản của lưới mẫu sẽ là:

$$R_{lm} = R_{htlm} - R_{tbm} - 2.R_{dkm} - 2.R_{vtm} \quad (6.83)$$

Ký hiệu: m là tượng trưng cho lưới mẫu mà ta chọn.

Khi đó, lực cản của lưới thiết kế (R_{ltk}) sẽ là:

$$R_{ltk} = R_{lm} \cdot C_R \quad (6.84)$$

Một khi lực cản của lưới mẫu đã biết (R_{lm}) và ta đã phỏng định được lực cản của lưới dự định thiết kế (R_{ltk}), thì ta sẽ xác định được hệ số tỉ lệ về lực cản của lưới thiết kế C_R , theo công thức sau:

$$C_R = \frac{R_{ltk}}{R_{lm}} \quad (6.85)$$

6.9 Phương pháp chung để thiết kế lưới kéo tối ưu

Để thiết kế một lưới kéo đạt hiệu quả cao nhất từ một loại lưới tương tự đã được xác nhận là làm việc rất tốt, đạt hiệu quả khai thác cao. Ta cần tiến hành qua 7 giai đoạn sau:

- *Giai đoạn 1.* Lựa chọn lưới mẫu; xác định các thông số của lưới mẫu và hệ số khả năng đánh bắt α của nó.
- *Giai đoạn 2.* Xác định cho được tốc độ dất lưới tối ưu (V_{ur})
- *Giai đoạn 3.* Sử dụng hợp lý sức kéo của tàu (P_e)

- *Giai đoạn 4.* Hoàn thiện lưới mẫu để sao cho lưới thiết kế sẽ cho đặc tính thủy động lực $m=F_y/R$ khá lớn và có hình dạng lưới phù hợp nhất
- *Giai đoạn 5.* Thực hiện tính toán các chi tiết (phần) cho lưới thiết kế
- *Giai đoạn 6.* Thí nghiệm kiểm tra mô hình của lưới thiết kế
- *Giai đoạn 7.* Thí nghiệm đánh bắt thật sự ở ngư trường.

PHẦN III. NGƯ CỤ CỐ ĐỊNH

CHƯƠNG 7. LƯỚI ĐĂNG

(Nò)

Lưới Đăng (hay còn gọi là **Nò** hoặc **Dón**) là ngư cụ cố định thường thấy phổ biến ở những vùng đất thấp, ngập nước theo mùa, cũng như thường gặp dọc theo các sông rạch và vùng ven biển. Lưới đăng thường khai thác mang tính mùa vụ hoặc theo con nước lớn, ròng.

Ta có thể thấy sự khác biệt của lưới Đăng so với các loại nghề đánh bắt khác qua nguyên lý đánh bắt, cấu tạo ngư cụ và kỹ thuật khai thác như sau.

7.1 NGUYÊN LÝ ĐÁNH BẮT LƯỚI ĐĂNG

Nguyên lý đánh bắt lưới Đăng được khái quát như sau: “**Lưới Đăng được đặt cố định chặn ngang đường di chuyển của cá, cá trên đường đi không thể vượt qua được tường lưới nên phải men theo tường lưới và bị giữ lại ở chuồng lưới (lọp)**”.

7.2 PHÂN LOẠI LƯỚI ĐĂNG

Có nhiều cách phân loại lưới đăng. Người ta có thể dựa vào khu vực khai thác; độ sâu thủy vực; cấu tạo lưới; nguyên liệu chế tạo lưới đăng; sự kết hợp giữa lưới đăng và ánh sáng;... để phân loại lưới Đăng.

Theo khu vực khai thác	Theo độ sâu	Theo cấu tạo	Kết hợp ánh sáng	Theo vật liệu
- Đăng mương - Đăng sông - Đăng biển	- Đăng mé - Đăng gần bờ - Đăng khơi	- Đăng có chuồng - Đăng không chuồng - Đăng đáy dốc có chuồng phụ	- Đăng đèn - Đăng không đèn	- Đăng tre, sậy - Đăng lưới - Đăng kết hợp

7.3 CẤU TẠO LƯỚI ĐĂNG

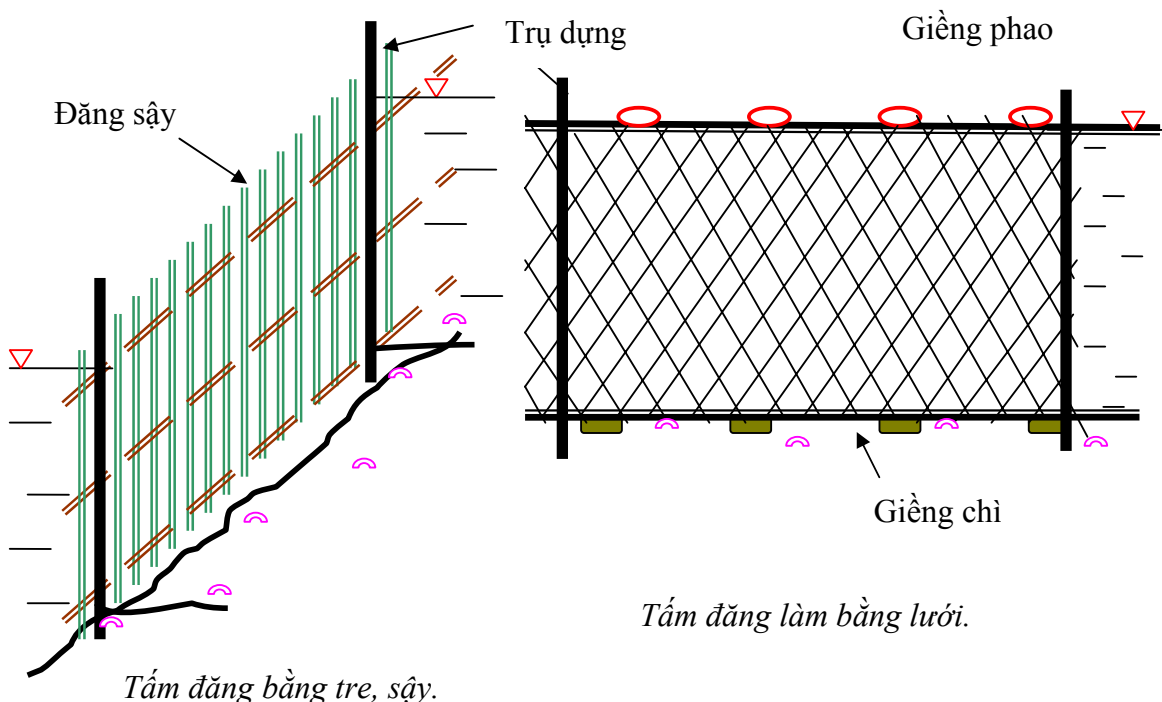
Cấu tạo cơ bản của lưới Đăng gồm 3 bộ phận chính là: **Đăng lưới**, **Chuồng** và **Lọp**.

7.3.1. Đăng lưới

Đăng lưới là dây lưới chặn ngang đường di chuyển của cá. Đăng lưới có thể làm bằng tre, sậy bện lại với nhau thành dây đăng hình chữ nhật (thường thấy ở sông, rạch) hoặc bằng tấm lưới được lắp trên bộ khung dây giềng (có giềng phao, giềng chì và giềng biên) thường thấy ở biển.

- **Chiều dài tấm lưới đăng.**

Chiều dài của tấm lưới đăng thì tùy thuộc vào độ rộng cho phép của khu vực khai thác, hoặc phụ thuộc vào mức độ phát tán của đàn cá xuất hiện gần khu vực đặt lưới đăng nếu khai thác ở sông lớn, biển, mà chọn chiều dài tấm đăng sao cho chặn được nhiều cá càng tốt. Tuy nhiên, nếu khai thác ở ruộng hoặc vùng trũng rộng thì người ta thường lắp đặt chiều dài lưới đăng theo đường ngoằn ngoèo để tăng diện tích chặn cá.



Yêu cầu của tấm đăng phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- **Chiều cao của tấm đăng.**

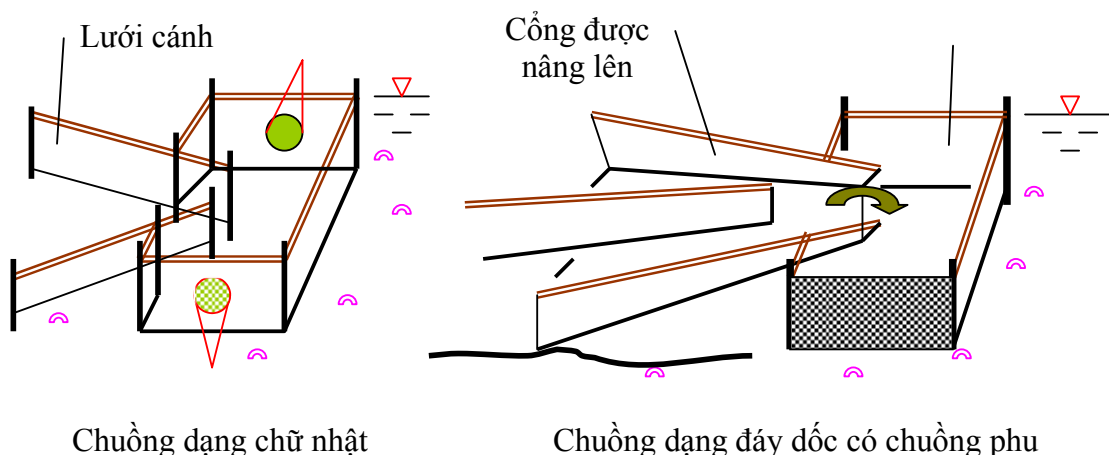
Chiều cao tấm đăng lưới được tính từ tầng mặt cho đến sát đáy và có dự phòng thêm từ 10-20 % độ cao nhằm đảm bảo phần trên của tấm đăng nổi lên đến khỏi mặt nước khi triều cường cao nhất (đối với tấm đăng bằng tre, sậy) hoặc nếu tấm đăng làm bằng lưới thì cũng phải tăng thêm đạo lưới cho đủ cao để giềng phao của tấm đăng nổi lên mặt nước khi triều cường cao nhất.

- **Độ hở** giữa các thanh đăng của tấm đăng (tre, sậy) phải đảm bảo ngăn không để cá vượt qua được các khe. Hoặc nếu tấm đăng được làm bằng lưới cũng phải đảm bảo không cho cá thoát qua mắt lưới để sang phía bên kia và cũng không bị đóng dính vào mắt lưới của tấm đăng.

7.3.2. Chuồng lưới Đăng

Chuồng lưới đăng là nơi giữ cá, chứa cá và hướng cá vào lợp. Chuồng lưới có dạng hình chữ nhật hoặc hình đa giác. Yêu cầu đối với chuồng lưới đăng là phải có diện tích vừa đủ, không được quá nhỏ hoặc quá lớn, bởi vì nếu quá nhỏ sẽ làm cho cá cảm thấy chật chội cá có thể tìm cách thoát ra ngoài, nếu quá lớn sẽ khó thu việc thu gom hoặc khó hướng cá vào lợp.

Độ cao của chuồng cũng tính từ sát nền đáy đến bề mặt nước có dự phòng từ 10-20% độ cao khi triều cường cao nhất. Ta có các dạng chuồng sau:



7.3.3. Lọ

Lọ là nơi chứa cá và bắt cá. Lọ được đặt ở các hông chuồng hoặc cuối dãy lưới đăng nếu không chuồng. Lọ lưới đăng thường làm bằng tre hoặc được bao bọc lưới.

Lọ có dạng hình hộp, hình ống hoặc hình trụ. Yêu cầu đối với lọ là phải bền, chắc, không để cho cá có thể phá lọ ra ngoài.

7.4 KỸ THUẬT KHAI THÁC LƯỚI ĐĂNG

Lưới Đăng thường được đánh bắt mang tính mùa vụ nên kỹ thuật khai thác lưới Đăng thường được phân thành 2 giai đoạn:

- *Giai đoạn 1: Lắp đặt chuồng lưới Đăng*
- *Giai đoạn 2: Khai thác lưới Đăng*

7.4.1 Lắp đặt chuồng lưới đăng

Do bởi lưới Đăng khai thác theo mùa vụ, nên trước khi bắt đầu đến thời kỳ khai thác, việc lắp đặt chuồng lưới Đăng đều được chuẩn bị, tu bổ, sửa chữa, lắp đặt lại, nhằm đảm bảo hiệu suất khai thác cao nhất cho lưới Đăng. Công việc lắp đặt lưới Đăng gồm 2 bước sau:

- Bước thứ nhất: ***Chọn nơi đặt Đăng***
- Bước thứ hai: ***Lắp đặt tấm đăng dẫn cá và chuồng***

7.4.1.1 Chọn nơi đặt Đăng

Chọn nơi đặt lưới Đăng là việc đầu tiên mà người đầu tư khai thác lưới Đăng cần tính đến trước tiên, bởi vì nó quyết định đến hiệu quả đánh bắt lưới đăng và các quan hệ kinh tế - xã hội xung quanh khu vực khai thác lưới Đăng. Do vậy yêu cầu của nơi đặt đăng cần phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Phải có nhiều cá qua lại theo từng mùa vụ hoặc quanh năm.
- Nền đáy phải tương đối bằng phẳng, độ dốc nền đáy phải nhỏ.

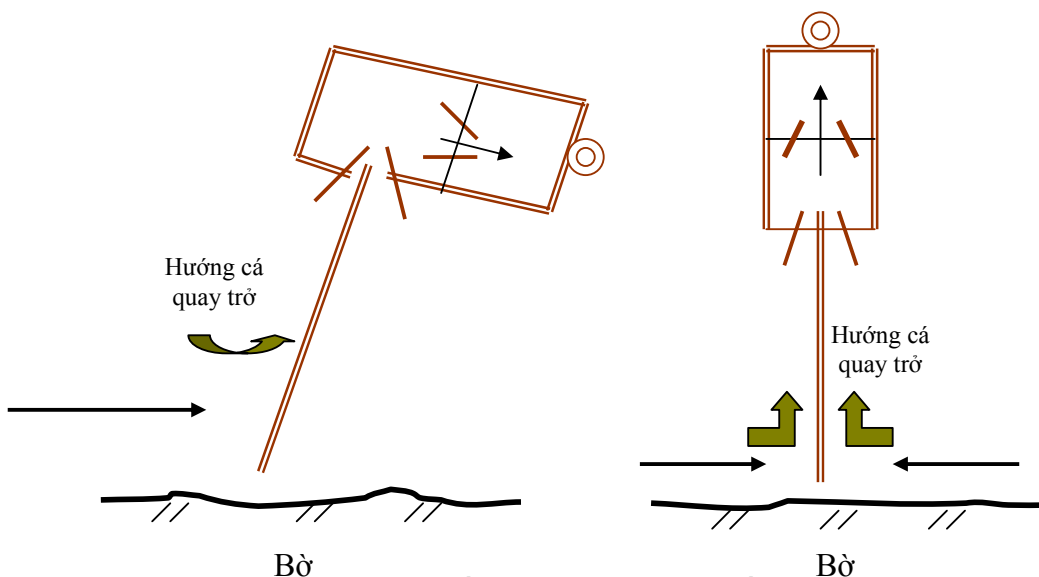
- Phải ít bị ảnh hưởng bởi sóng, gió, tốc độ dòng chảy trung bình và độ sâu không quá lớn.
- Phải thuận tiện cho việc vận chuyển cá và không gây cản trở cho tàu bè đi lại.

7.4.1.2 Lắp đặt tấm đăng dẫn cá và chuồng lưới Đăng

Việc đầu tiên là trước hết ta cần lắp đặt tấm đăng dẫn cá, rồi sau đó mới lắp đặt chuồng lưới Đăng.

• Chọn hướng và đặt tấm đăng dẫn cá

Để lắp đặt tấm đăng dẫn cá ta nên lắp từ trong cạn (bờ) ra sâu. Trước hết ta cần cắm các cọc để định hướng cho tấm đăng (nếu là đăng tre, sậy) hoặc căng định hướng dây giềng phao (nếu là tấm đăng làm bằng lưới). Các cọc cần phải cắm sâu xuống đất và được các dây chằng, neo cố định lại cho vững chắc.



Trong việc chọn hướng cho tấm đăng dẫn cá ta cần nghiên cứu kỹ qui luật di chuyển của cá mà chọn hướng cho phù hợp. Kinh nghiệm người ta thấy rằng khi cá đang đi theo một hướng nào đó, nếu bất ngờ bị tấm đăng dẫn cá chặn lại, khi đó cá có khuynh hướng di chuyển ra vùng nước sâu. Do vậy ta nên chọn phương đặt tấm đăng nên hợp với phương di chuyển của cá một góc 120° nếu cá chỉ đi theo một chiều, hoặc 90° nếu cá đi hai chiều, theo sơ đồ sau:

• Lắp đặt chuồng lưới đăng.

Sau khi đã lắp xong tấm đăng dẫn cá, ta tiến hành lắp đặt chuồng. Chuồng lưới đăng phải nằm ở vị trí cuối cùng mà tấm đăng dẫn tới, thường là nơi có độ sâu lớn và không bị ảnh hưởng bởi tàu bè đi lại.

Tương tự như lắp tấm đăng dẫn cá, trước hết để lắp đặt chuồng lưới đăng ta cũng phải cắm các cọc để định hình kiểu chuồng. Tiếp theo ta lắp các tấm lưới hoặc các đăng tre (sậy) để bao bọc chuồng lại. Ta chừa các kẽ hở để lắp lưới cánh gà và lợp.

Chú ý là không nên để khoảng khe hở giữa 2 lưới cánh gà quá lớn, cá có thể sẽ đi ngược được trở ra ngoài.

7.4.2. Kỹ thuật khai thác lưới Đăng

Kỹ thuật đánh bắt lưới Đăng cũng tương đối đơn giản, bao gồm hai giai đoạn:

- Giai đoạn một: *Giai đoạn lôi cuốn và dẫn cá vào chuồng.*
- Giai đoạn hai: *Giai đoạn đóng cửa chuồng và bắt cá.*

7.4.2.1. Giai đoạn lôi cuốn và dẫn cá vào chuồng.

Giai đoạn này ta gần như không làm gì cả, chỉ việc ngồi chờ đàn cá di chuyển đến đụng tường tấm đăng dẫn dắt rồi cá tự chuyển hướng để đi đến chuồng. Tuy vậy trong thời gian này ta cũng nên chú ý đến sự đi lại của tàu bè khác gần khu vực mà ta đang đặt đăng và chuồng nhằm báo hiệu cho họ biết là ta đang khai thác lưới Đăng.

Thời gian lôi cuốn cá và dẫn cá vào chuồng thì phụ thuộc vào chu kỳ con nước lớn ròng, hay thời điểm đàn cá đi vào chuồng hoặc khoảng thời gian cần thiết đủ để mật độ cá tập trung trong chuồng cao. Do vậy thời gian lôi cuốn cá và dẫn cá vào chuồng là do kinh nghiệm và điều kiện thực tế ở khu vực khai thác mà ta quyết định bao lâu là vừa.

Để hướng cá đi vào chuồng, ta có 2 cách:

- ***Cá tự động đi vào chuồng.***

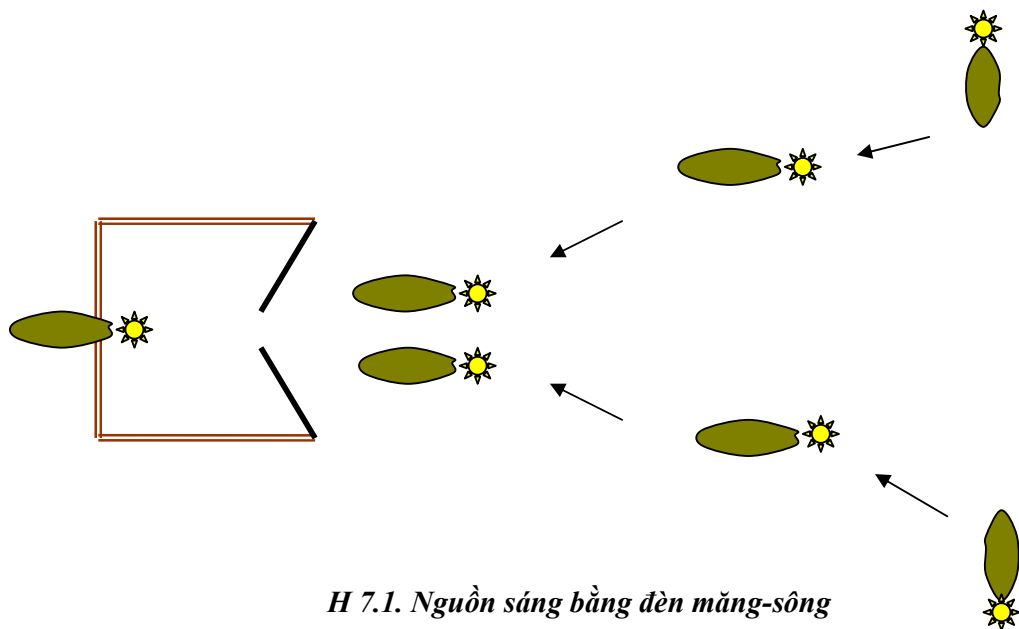
Trường hợp này là cá khi gặp đi đến tường lưới đăng dẫn cá, cá sẽ tự chuyển hướng, men theo tường lưới dẫn cá đi vào giữa 2 lưới cánh gà, rồi vào sân chuồng, bị giữ lại ở lợp.

- ***Cá được dẫn vào chuồng bởi nguồn sáng.***

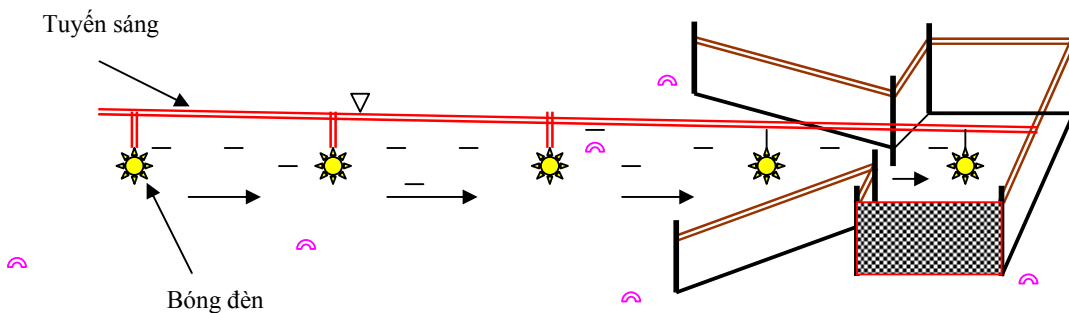
Trong thực tế đánh bắt thường thấy ở vùng ven biển, để giảm thời gian chờ đợi cá đi vào chuồng, người ta thường kết hợp với nguồn sáng để lôi cuốn cá, dẫn dắt đưa cá vào chuồng.

Nguồn sáng ở đây có thể là nguồn sáng do các xuồng đèn măng-sông được thắp sáng quanh khu vực đặt chuồng lưới Đăng (H 7.1), hoặc nguồn sáng do bởi sự phát sáng của các bóng đèn thả trong nước, được định kỳ cháy, tắt lần lượt từ ngoài vào trong chuồng lưới Đăng, cá bị nguồn sáng hấp dẫn sẽ tự động đi vào chuồng (H 7.2).

Ta có thể thấy sự bố trí các nguồn sáng theo 2 theo sơ đồ dưới đây:



H 7.1. Nguồn sáng bằng đèn măng-sông



H 7.2 - Nguồn sáng bằng hệ thống điện

7.4.2.2. Thu lưới và bắt cá.

Sau thời gian nhất định, khi thấy cá đi vào sân chuồng khá nhiều ta bắt đầu đóng chặn cửa chuồng lại, nâng tấm lưới ở đáy sân chuồng, dồn cá vào một góc và tìm cách thu cá. Ta có thể dùng vợt để xúc cá (nếu cá lớn) hoặc dùng bơm hút (nếu cá nhỏ và nhiều). Nếu không có tấm lưới đáy sân chuồng ta phải tìm cách xua đuổi cá chạy vào lợp rồi tháo dỡ lợp bắt cá. Sau khi thu cá xong, chuyển cá lên xuống vận chuyển, rồi đưa cá vào bờ. Đồng thời chuẩn bị mở khai thác tiếp theo.

CHƯƠNG 8.

NGHỀ LƯỚI ĐÁY

8.1 NGUYÊN LÝ ĐÁNH BẮT

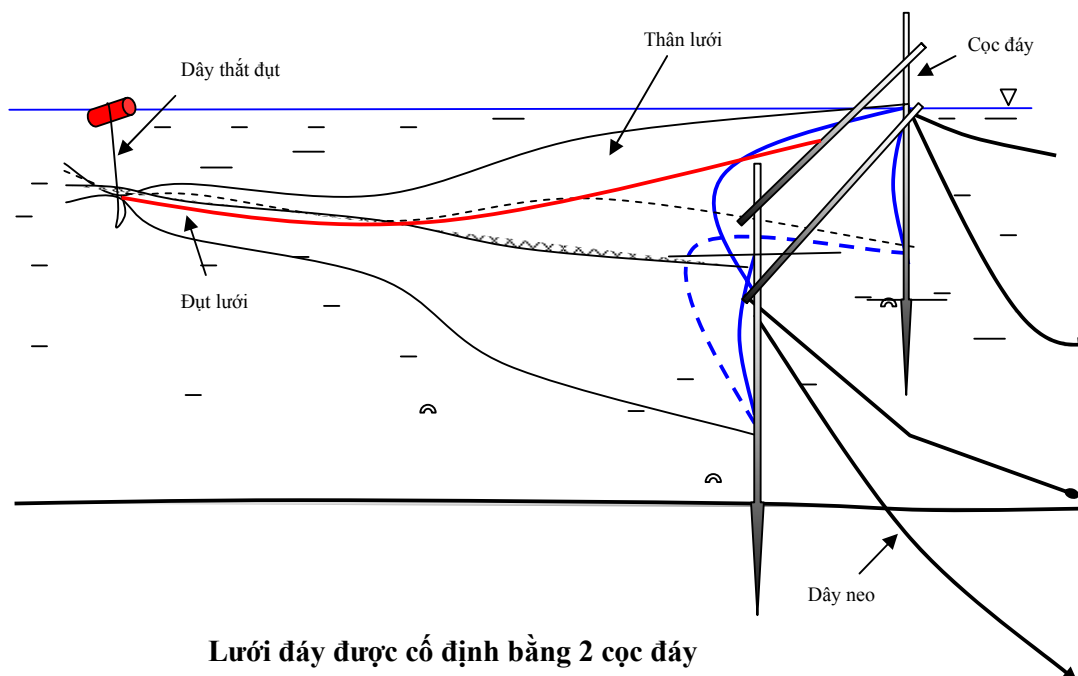
“Lưới đáy đánh bắt theo nguyên lý lọc nước bắt cá. Cá bị lừa vào lưới dưới tác dụng của dòng chảy và bị giữ lại ở đọt lưới”

8.2 PHÂN LOẠI LƯỚI ĐÁY

Theo khu vực	Theo cấu tạo	Theo đối tượng khai thác	Theo số miệng lưới
- Lưới Đáy sông - Lưới Đáy biển	- Lưới Đáy cọc - Lưới Đáy neo - Lưới Đáy bè	- Lưới Đáy cá - Lưới Đáy tôm	- Lưới Đáy 1 miệng - Lưới Đáy nhiều miệng

8.3 CẤU TẠO LƯỚI ĐÁY

Nhìn tổng thể, lưới Đáy có cấu tạo gần tương tự như lưới Kéo. Tuy vậy, sự khác biệt giữa lưới Đáy và lưới Kéo là ở chỗ lưới kéo thì có thêm phần cánh lưới, còn ở lưới Đáy thì không nhất thiết phải có cánh lưới.



- Chiều dài**

Chiều dài lưới đáy là chỉ tiêu quan trọng trong chế tạo lưới đáy, bởi lưới đáy không chỉ phụ thuộc vào đối tượng khai thác, mà còn phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy ở khu

vực đặt lưới Đáy. Do vậy khi thiết kế chiều dài lưới Đáy người ta phải dự đoán trước tốc độ dòng chảy sao cho dưới tác động của mỗi tốc độ dòng chảy nào đó, chiều dài lưới Đáy phải đủ dài để một khi cá, tôm đã vào lưới rồi thì khó có khả năng thoát ngược trở ra miệng lưới. Thông thường lưới Đáy được thiết kế có chiều dài từ 40-50 m.

- **Chiều cao**

Việc xác định chiều cao lưới Đáy tùy thuộc vào độ sâu và độ dày của đối tượng khai thác hoạt động (cá, tôm,... đi sát nền đáy hay lửng), mà ta chọn chiều cao miệng lưới sao cho hứng được thật nhiều cá khi chúng bị nước lừa vào. Tuy vậy việc chọn chiều cao quá lớn sẽ ảnh hưởng đến sức chịu lực của lưới và cọc, dễ gây sự cố cho lưới và cọc. Trong thực tế đánh bắt chiều cao miệng lưới đáy thường từ 2-5m.

- **Độ mở ngang miệng lưới Đáy**

Độ mở ngang của miệng lưới Đáy là khoảng cách giữa hai đầu cọc Đáy. Tùy theo độ rộng của khu vực khai thác, sức chịu lực của cọc đáy (hay neo) và tốc độ dòng chảy mà chọn độ mở ngang thích hợp. Thông thường độ mở ngang cho mỗi miệng lưới Đáy là từ (10-30) mét.

- **Thân lưới**

Thân lưới Đáy là phần giữ, lừa và hướng cá vào đụt. Do đánh bắt tương đối thụ động và phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy, nên chiều dài thân được yêu cầu phải đảm bảo cá ít có khả năng vượt thoát ngược trở lại ra miệng lưới Đáy. Do vậy người ta thiết kế thân lưới Đáy có chiều dài chiếm tỷ lệ khá lớn so với chiều dài vàng lưới, thường gần một nửa chiều dài vàng lưới đáy, thực tế từ (20-25)m.

Tương tự như lưới Kéo, kích thước mắt lưới Đáy cho phần thân lưới Đáy, a_{th} , thường được chọn lớn hơn kích thước mắt lưới phần đụt lưới Đáy, a_d , nhằm làm giảm lực cản cho lưới và tiết kiệm nguyên vật liệu, nhưng cũng không được lớn hơn diện tích mặt cắt ngang của cá.

Thông thường mắt lưới thân được tăng dần từ phần gần đụt ra tới miệng lưới theo tỉ lệ 25% và độ thô chỉ lưới thì ngược lại, nghĩa là:

$$a_{th} > a_d \quad \text{và} \quad d_{th} > d_d$$

Tuy nhiên ở một số lưới đáy đơn giản người ta thường chọn kích thước và độ thô chỉ lưới ở tất cả các phần là như nhau, thường là $a = 1 \text{ mm}$.

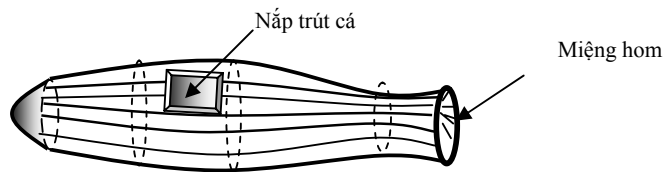
- **Đụt lưới Đáy và Rọ**

Đụt lưới Đáy là phần giữ cá và bắt cá. Thực tế người ta nhận thấy rằng một đối tượng đánh bắt nào đó (cá, tôm,...) một khi đã vào đến phần đụt thì có xu hướng tìm cách thoát ra mạnh nhất, do vậy yêu cầu khi chọn kích thước mắt lưới đụt phải đảm bảo sao cho cá không thể chui ra khỏi mắt lưới và cũng không được đóng dính vào mắt lưới.

Mặt khác, vì đụt là phần quan trọng nhất làm ra sản lượng, cho nên độ thô chỉ lưới cho phần đụt cũng cần phải đảm bảo độ bền chắc để ngừa trường hợp cá phá lưới hoặc

sản lượng đánh bắt được quá nhiều có thể làm rách đục. Ở một số lưới đáy để tăng cường cho đục lưới thường người ta lắp thêm bên ngoài đục lưới bởi một áo bao đục.

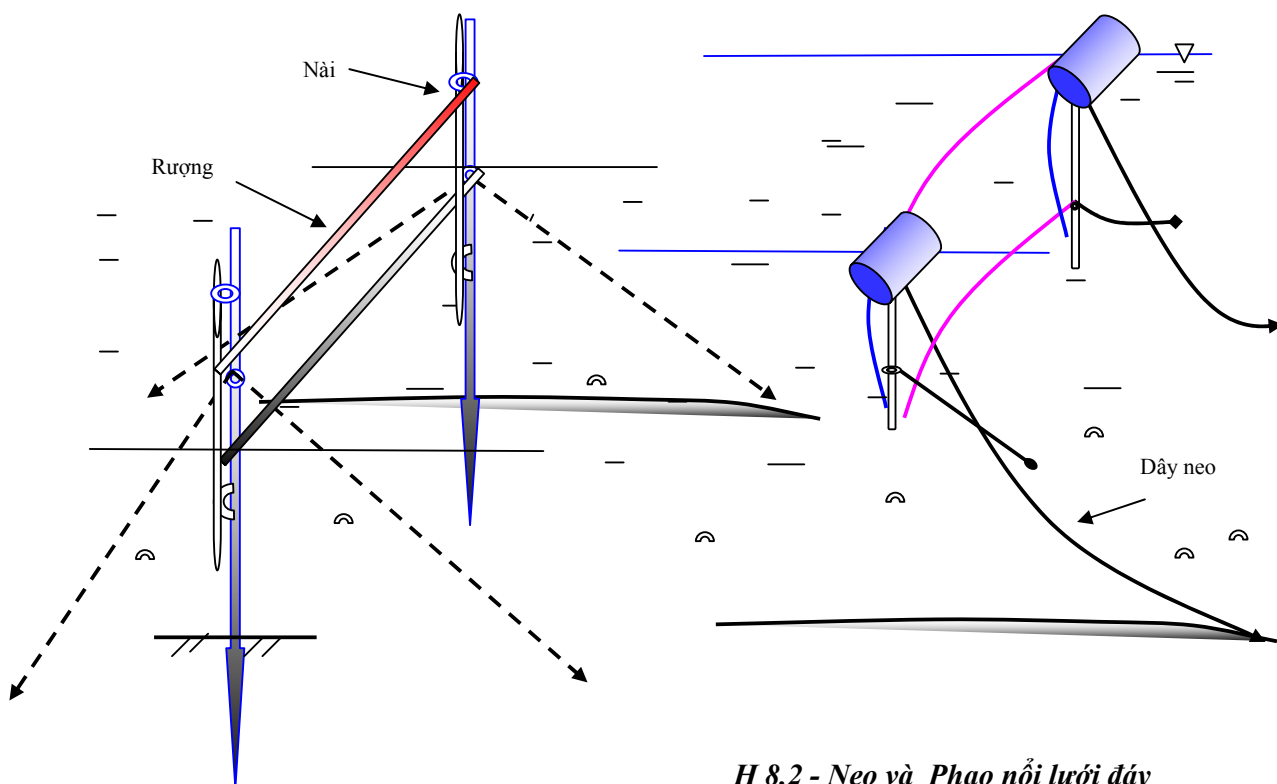
Rọ là dụng cụ chứa cá được lắp đặt thêm vào phần cuối đục (có khi có khi không), Rọ được làm bằng tre, có dạng hình trụ, có nắp mở trên thân Rọ. Khi thu cá chỉ cần kéo Rọ lên và mở nắp Rọ trút cá ra.



Rọ đục đáy

- **Cọc, Neo và Bè lưới Đáy.**

Lưới Đáy là ngư cụ cố định nên Cọc (hoặc Neo hoặc Bè) là những những công cụ cần thiết để ổn định vị trí và hình dạng của miệng lưới đáy. Tùy theo khu vực, độ sâu, tốc độ dòng chảy mà người ta lắp lưới đáy vào cọc hoặc neo hoặc bè. Do đó mà lưới Đáy được gọi theo nhiều tên gọi khác nhau: *Lưới Đáy cọc* (H 8.11); *Lưới Đáy neo* (H 8.2); *Lưới Đáy bè* (H 8.3).



H 8.2 - Neo và Phao nổi lưới đáy

H 8.1 - Cọc lưới đáy

- **Cọc lưới đáy (H.1)**

Cọc sử dụng trong lưới đáy thường được áp dụng ở những nơi có độ sâu tương đối nhỏ (cạn), dưới 10m. Nguyên liệu làm Cọc lưới đáy thường là những cây thẳng, dài (thường bằng gỗ Dừa, Cau, Bạch đàn,...) có độ dẻo cao và chịu được nước. Đôi khi người ta còn làm cọc bằng xi măng dạng cột tròn hoặc cột vuông. Yêu cầu đối với cọc xi măng là phải chịu được sự phá hủy của nước.

Chiều cao cọc phải đủ cao sao cho có thể cắm vững chắc sâu xuống nền đáy và ló lên khỏi mặt nước khi triều cường cao nhất. Tùy theo độ sâu mà ta chọn chiều cao cọc thích hợp.

Đường kính của cọc liên quan đến tính dẻo và sức chịu lực uốn của cọc. Tùy theo độ sâu và áp lực nước tác dụng lên lưới mà ta chọn đường kính của cọc sao cho đảm bảo cọc không bị gãy trong quá trình khai thác lưới Đáy cọc. Thông thường cọc càng to thì sức chịu lực càng lớn, nhưng giá thành càng đắt và khó lắp đặt cọc.

- **Neo-Ngáng lưới đáy (H 8.2).**

Ở những nơi có độ sâu lớn, dòng chảy mạnh, việc cắm cọc lưới đáy rất khó khăn, nhiều khi không thể thực hiện được, người ta thường dùng Neo-Ngáng để thay thế cọc.

Neo được thả phía trước miệng lưới Đáy, được làm bằng kim loại hoặc bằng gỗ. Yêu cầu đối với Neo là phải đủ nặng và bám chắc được trong đất, đảm bảo neo không bị rê (xê dịch) khi có dòng chảy mạnh tác dụng lên lưới. Neo được liên kết miệng lưới thông qua Dây neo và Ngáng.

Ngáng là thanh gỗ (hoặc kim loại) nhằm căng chiều cao miệng lưới đáy. chiều cao của Ngáng bằng với chiều cao của miệng lưới Đáy.

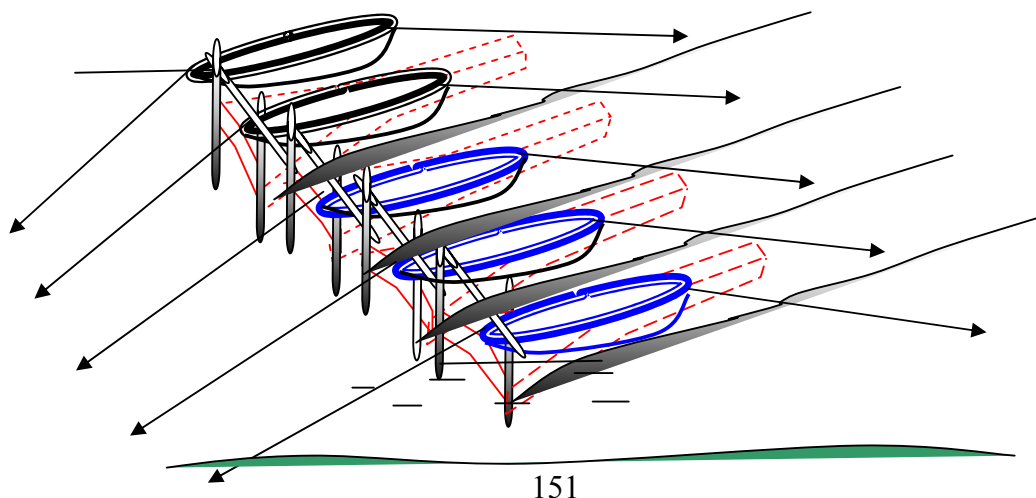
Dây neo thường được làm bằng dây tổng hợp (Nilon, Polyethylene,...). Yêu cầu đối với dây neo là phải chịu được kéo căng khi nước tác dụng lên lưới. dây neo nên được thả đủ dài để tránh tình trạng rê neo (cày neo).

Để xác định vị trí thả neo, biết được neo có bị rê hay không và biết được độ mở ngang của miệng lưới Đáy, ở hai đầu ngáng người ta thường thả hai phao tiêu (thùng phuy) nổi lên mặt nước. Phao tiêu (thùng phuy) này cũng còn giúp cho tàu bè đi lại biết được khu vực ta đang thả lưới Đáy mà tránh ra xa lưới Đáy.

- **Bè lưới Đáy (H 8.3)**

Trên các sông rộng, có độ sâu lớn thường thấy lưới đáy hoạt động kết nhau thành bè. Bè lưới đáy có chức năng nhằm cố định vị trí thả lưới đáy và tạo thành bè nổi để thả cọc. Bè lưới đáy thường dùng các ghe lớn, cũ liên kết lại thành một loạt các miệng lưới, giữa hai ghe là một miệng lưới Đáy.

Cọc cho bè lưới đáy cũng tương tự như cọc lưới đáy, nhưng sự khác biệt ở đây là cọc không thả xuống sát đáy, mà được dựng đứng lơ lửng trong nước. Phía trên của cọc thì cố định bởi các bè, phía dưới thì có các dây chằng cố định sao cho cọc luôn ở tư thế thẳng đứng.



8.4 KỸ THUẬT KHAI THÁC LƯỚI ĐÁY

Kỹ thuật khai thác lưới đáy gồm có hai bước:

- *Bước một:* *Chọn ngư trường (chọn bãi đặt lưới Đáy)*
- *Bước hai:* *Khai thác nghề lưới Đáy.*

8.4.1 Chọn ngư trường

Chọn ngư trường hay còn gọi chọn nơi thả Đáy. Nơi thả lưới đáy phải là nơi có nhiều cá, tôm qua lại, là nơi có dòng chảy tương đối mạnh và có nhiều thức ăn cho cá. Tuy nhiên việc tìm nơi thả đáy không phải dễ dàng, vì nó liên quan đến sự đi lại của tàu bè và đường di chuyển của cá cũng thường thay đổi. Mặt khác lưới đáy là ngư cụ cố định nên việc chọn nơi đặt lưới đáy cần phải tính toán kỹ về hiệu quả kinh tế lâu dài.

Yêu cầu chung để chọn nơi đặt lưới đáy cần thỏa mãn các điều kiện sau:

- Nơi có nhiều cá, tôm đi lại. Sản lượng khai thác phải ổn định lâu dài.
- Thuận tiện và dễ dàng trong việc lắp đặt cọc (hoặc neo hoặc bè) lưới đáy.
- Không bị ảnh hưởng bởi tàu bè đi lại.
- Mật độ khai thác, số lượng miệng lưới đáy không quá đông ở khu vực dự định lắp đặt lưới đáy. Nếu có thể được thì nên chọn nơi đầu con nước (chặn trước so với các miệng lưới đáy khác) hoặc chọn ngay hướng luồng cá di chuyển vào (thường thấy ở ngã ba sông hoặc khúc quanh).
- Nếu đánh bắt mang tính mùa vụ thì nên trang bị tương đối gọn, nhẹ, lắp đặt nhanh và tháo dỡ dễ dàng.
- Gần nơi tiêu thụ sản phẩm thủy sản, thuận lợi cho việc vận chuyển ngư lưới cụ và sản phẩm thủy sản.

8.4.2 Kỹ thuật khai thác lưới đáy

Nhìn chung Kỹ thuật khai thác lưới Đáy (đáy cọc, đáy neo, đáy bè, đáy cá Tra,...) đều bao gồm các bước cơ bản sau: Chuẩn bị, Chải lưới, Thu lưới và Bắt cá. Ta sẽ lần lượt tìm hiểu một số nghề lưới Đáy phổ biến ở ĐBSCL sau:

8.4.2.1. Kỹ thuật khai thác lưới Đáy cọc

- **Chuẩn bị.**

Bước chuẩn bị đối với lưới đáy cọc là vá các chỗ lưới bị rách, thay thế các bộ phận bị hư hỏng nặng và kém an toàn. Đồng thời kiểm tra các cọc đáy xem có bị mục, gãy, hoặc dây cáp căng cọc bị đứt hay không để kịp thời sửa chữa. Sau đó chuyển lưới đến điểm thả đáy.

- **Thả lưới** (chải đáy).

Khi lưới đã được chuyển đến điểm thả đáy, thì buộc thuyền vào rường dưới, tiếp đó vớt lưới lên rường trên thành từng lớp từ dưới, thân, cánh ở trên cùng. Tiếp đến đưa hai đầu cánh (2 cặp điều) về hai bên cọc. Rồi liên kết điều với nài và mép sắt. Chú ý coi chừng giềng bị xoắn.

Chờ khi nước hạ thấp, dòng chảy vừa đủ để cho lưới trôi về phía sau thì tiến hành tháo tay quay tời (thả mép sắt), ấn nhẹ cây chui, điều lưới sẽ tự động tuột theo cọc xuống đến độ sâu đã định. Khi đó, dưới tác dụng của dòng chảy, miệng lưới từ từ mở ra, kéo theo lưới (đã được dặt trên rường trước đó) sẽ lần lượt tuột xuống nước và trôi dần về phía sau. Khi lưới đã làm việc ổn định, ta thắt đáy đút lại, rồi buộc dây đồ đút vào rường.

Tiếp đến là thời gian chải đáy, thời gian này tùy thuộc vào chu kỳ thay đổi chiều dòng chảy, tốc độ dòng chảy và mật độ cá vào đáy,... mà có thời gian chải đáy khác nhau.

- **Đổ đút (thu cá)**

Sau thời gian chải đáy nhất định nào đó, thì ta tiến hành đổ đút. Trước hết ta dùng ghe (thuyền) lần theo dây đồ đút (dây thắt đáy đút), dùng dây này kéo đút lên thuyền. Tiếp đó tháo miệng đút (hoặc mở miệng rọ) rồi trút cá ra.

- **Thu lưới**

Khi hết giai đoạn thả lưới (tùy theo con nước cá xuất hiện, thông thường 5-7 ngày) thì ta thu lưới đem vào bờ. Để thu lưới trước hết ta gắn tay quay vào tời, quay tời để nâng hai điều lưới lên gần rường dưới, khóa tay quay và buộc chặt hai nài vào cọc. Tiếp đó tháo hai điều, buộc chung lại với nhau và bắt đầu giật lưới tứ cánh, đến thân rồi đút lưới. Sau cùng chuyển lưới vào bờ là hết một con nước khai thác lưới đáy.

8.4.2.2 Kỹ thuật khai thác lưới đáy neo

Lưới đáy cố định bằng neo là phương pháp cơ động nhất trong các phương pháp khai thác lưới đáy. Nó đáp ứng được nhu cầu khai thác ở những nơi sâu, khó lắp cọc đáy, và dễ dàng tháo dỡ lưới đáy khi không còn khai thác nữa.

- **Chuẩn bị**

Bước chuẩn bị cũng gần giống như chuẩn bị đối với lưới đáy cọc. Điểm khác nhau là thay vì chuẩn bị vật tư, phương tiện cho cọc đáy thì ở đây người ta chuẩn bị các neo, dây cáp giăng và phao nổi (thùng phuy).

- **Thả lưới**

Đưa neo, phao và lưới đến điểm thả đáy. Công việc đầu tiên cần làm là tiến hành thả neo và phao nổi. Trước hết ta thả neo 1, rồi đưa thuyền về ngang với neo 1 ở khoảng cách nhất định ta thả tiếp neo 2. Tiếp đến nối thả hai dây neo sao cho ngang bằng nhau. Cuối neo ta hai phao nổi và ỏ định khoảng cách giữa 2 phao nổi bằng dây không chề miệng đáy.

Khi hai neo đã ỏ định vị trí, ta tiến hành thả dây đứng (có phao ở trên và vật nặng ở dưới). Ở phía dưới dây đứng ta buộc dây tam giác nổi với dây cáp neo. Tiếp đó ta buộc 2 điều lưới vào dây đứng, rồi thả toàn bộ dây đứng và lưới xuống nước. Dưới

tác dụng của vật nặng, phao và dòng chảy lưới sẽ tự động rơi chìm xuống nước và lưới sẽ được mở ra. Tiếp đến ta buộc đút bởi dây thắt đáy đút vài một đầu kia của dây thắt đáy đút ta buộc với phao nổi để định vị đáy đút.

- **Đổ đút**

Tương tự như lưới đáy cọc, sau thời gian nhất định (phụ thuộc vào chu kỳ nước lớn, ròng) ta cũng tiến hành đổ đút. Trước hết ta dùng thuyền bơi đến chỗ phao đáy đút, kéo dây thắt đáy đút lên và tiến hành tháo đút, trút cá ra. Nếu khai thác liên tục thì ta buộc đáy đút lại rồi chài đút tiếp.

- **Thu lưới**

Khi không còn khai thác nữa thì ta tiến hành thu lưới. Trước hết ta tháo 2 đầu lưới ra, rồi gộp chung lại với nhau. Sau đó rửa lưới, xếp lại, rồi thu tất cả phao, cáp giăng và neo. Chuyển tất cả lưới và trang thiết bị về nhà. Đến đây thì hết một đợt khai thác lưới đáy neo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bùi Như Khuê, và Phạm Á, 1978. Dây Sợi Lưới Tổng Hợp Dùng Trong Nghề Cá-
NXB.Nông Nghiệp.

F.A.O, 1985. Fishing Method of The World. 1245 pp

Friman, A. L., (1992). Calculations for fishing gear designs. Fishing News Books.
University Press, Cambridge. 241pp.

Ngô Đình Chùy (1881). Giáo Trình Nguyên Lý Tính Toán Ngư Cụ. Đại Học Thủy Sản
Nha Trang.

Nguyễn Văn Điền, 1978. Vật Liệu và Công Nghệ Chế Tạo Lưới - NXB Nông Nghiệp.
145pp

Nguyễn Thiết Hùng (1982). Giáo Trình Thiết kế lưới Kéo. Đại Học Thủy Sản Nha
Trang.

Nédélec, 1982. Classification of Fishing gears. 45 pp

Niconorov, 1978. Đánh bắt cá bằng ánh sáng (tài liệu dịch). NXB Nông Nghiệp.
112pp