

**SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP-HCM
TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**



BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ

Chuyên đề:

CHẾ TẠO TÀU ĐỆM KHÍ TẠI VIỆT NAM PHỤC VỤ DÂN SINH



Biên soạn: Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ TP. HCM

Với sự cộng tác của: TS. Lê Đình Tuấn

Khoa Kỹ thuật giao thông-ĐH Bách khoa TP.HCM
Giám đốc kỹ thuật - HONEYB CO.,LTD

TP. Hồ Chí Minh, 12/2013

MỤC LỤC

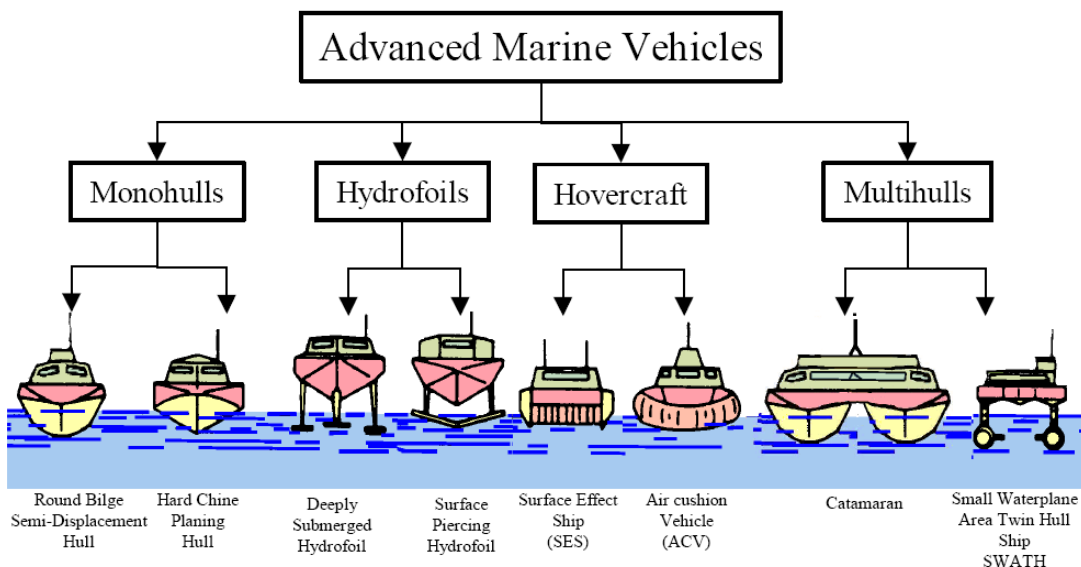
I. TỔNG QUAN VỀ TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM	3
1. Giới thiệu chung.....	3
2. Tàu đệm khí	6
II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ	13
1. Tình hình đăng ký sáng chế về tàu đệm khí theo thời gian	13
2. Các quốc gia có sáng chế đăng ký bảo hộ về tàu đệm khí.....	15
3. Các hướng nghiên cứu được quan tâm nhiều về tàu đệm khí theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC.....	18
IV. GIỚI THIỆU MỘT SỐ NGHIÊN CỨU TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN THẾ GIỚI, VÀ CÔNG TRÌNH THIẾT KẾ TÀU ĐỆM KHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH	233
1. Giới thiệu một số nghiên cứu tàu đệm khí trên thế giới	233
2. Giới thiệu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của tàu đệm khí phục vụ cứu hộ, du lịch,... của trường Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh	266
TÀI LIỆU THAM KHẢO	74

CÔNG NGHỆ SINH HỌC TRONG NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN VACCINE CHO NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

I. TỔNG QUAN VỀ TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

1. Giới thiệu chung

Tàu cỡ nhỏ, chạy nhanh (high-speed small craft) được quan tâm nhiều trong cả quân sự lẫn dân sự, có mặt hầu hết ở các lãnh vực kinh tế biển. Các tàu khách cao tốc, tàu làm nhiệm vụ tuần tra, bảo vệ nguồn lợi thủy hải sản, tàu thể thao, huấn luyện, cứu nạn, tàu thực hiện các nhiệm vụ đặc biệt của hải quân,...được đề cập trong các nghiên cứu ứng dụng của loại hình tàu này (Hình 1.1). Loại hình tàu cỡ nhỏ và chạy nhanh thường dẫn đến các thách thức kỹ thuật về kiểu dáng vỏ tàu, kết cấu, hệ thống động lực và điều khiển. Mỗi loại tàu được nghiên cứu nhằm vượt qua các vấn đề mà các tàu khác gặp phải hay nhằm đạt thuận lợi về tính năng nào đó. Do vậy tàu hai thân (catamarans) và các loại tàu đa thân nhằm tránh vấn đề mất ổn định ở tốc độ cao có ở tàu thân đơn có hông tròn. Chúng cũng có không gian boong trên rộng hơn cho hành khách hay khí tài. Tàu cánh ngầm giảm sức cản bằng cách nâng thân chính khỏi mặt nước. Tàu đệm khí (hovercraft / air cushion vehicle, hay ACV) lại có khả năng tách thân tàu khỏi mặt nước hoàn toàn. Ngoài việc giảm sức cản, loại tàu này còn có thêm khả năng di chuyển cả trên mặt đất và mặt nước (thủy bộ phối hợp). Ảnh hưởng của sóng lên tính năng tàu được giảm thiểu với thiết kế tàu hai thân có diện tích mặt đường nước nhỏ (SWATH). Một số thiết kế lại nhằm đến việc giảm sạt lở bờ khi chạy ở tốc độ cao trong cảng hay trong kênh rạch [1].

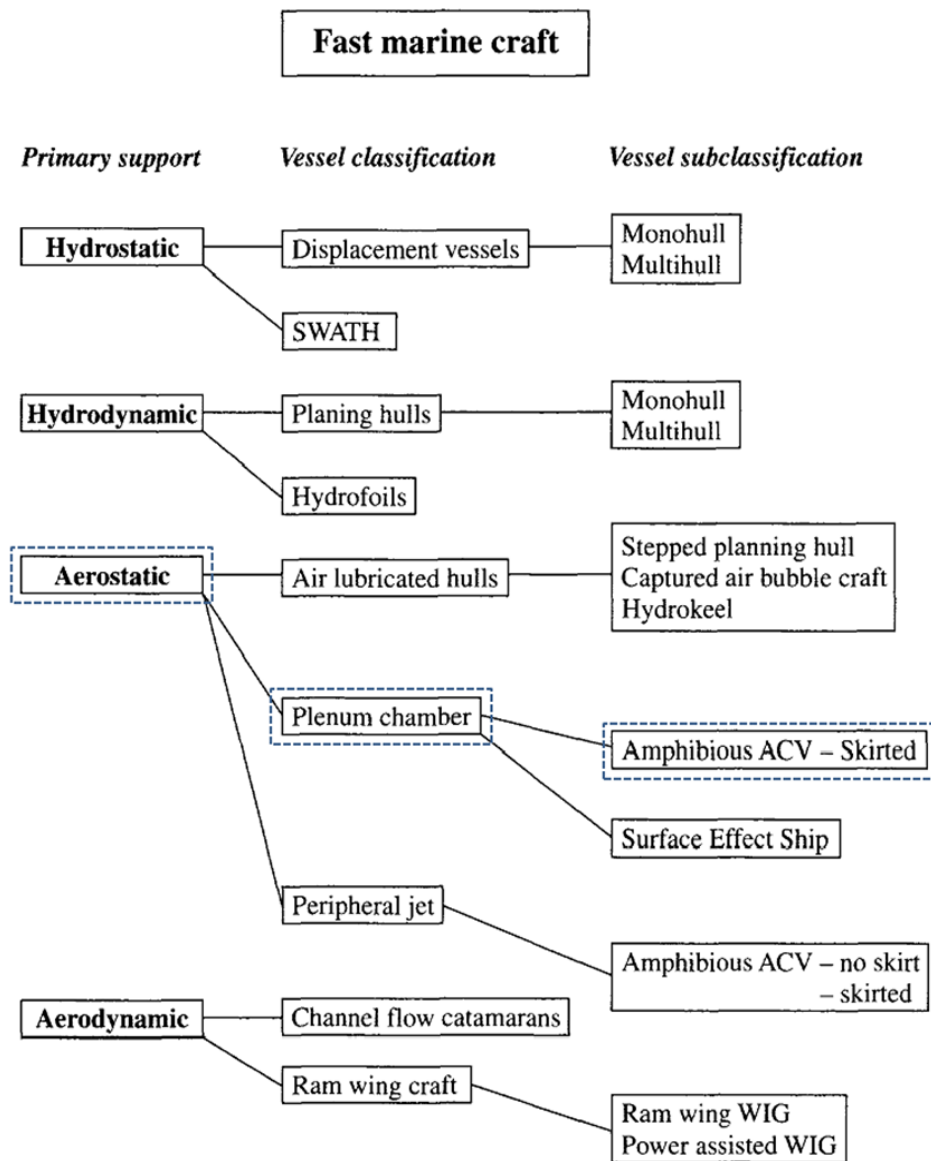


Hình 1.1 - Phân loại tàu cao tốc.

Do khả năng lưỡng cư thủy bộ nên tàu đệm khí được sử dụng rộng rãi trong cứu hộ, thể thao dưới nước, hải quan, quân sự,... Mặc dù vậy, ở Việt Nam, hiện vẫn chưa thấy công

bổ nào về một thiết kế và qui trình công nghệ sản xuất hoàn chỉnh cũng như việc chế tạo và chạy thử liên quan đến tàu đệm khí. Nghiên cứu chế tạo loại hình tàu này đã được nhiều công ty và tổ chức nghiên cứu quan tâm và một số bắt đầu nghĩ đến việc đầu tư vì thực tiễn áp dụng trong du lịch, cứu nạn, quốc phòng của nó. Nhưng việc sử dụng các thiết kế mua từ nước ngoài ở dạng bản vẽ bố trí chung, chỉ có một số ít các bản vẽ chi tiết, các hướng dẫn về công nghệ ở dạng mô tả,...nên gặp rất nhiều khó khăn trong quá trình triển khai đóng thử nghiệm. Chưa kể một số công nghệ chế tạo loại hình tàu này như cắt nhiệt, khuôn chân không,...cũng cần có các nghiên cứu định lượng hầu áp dụng rộng rãi [2,3].

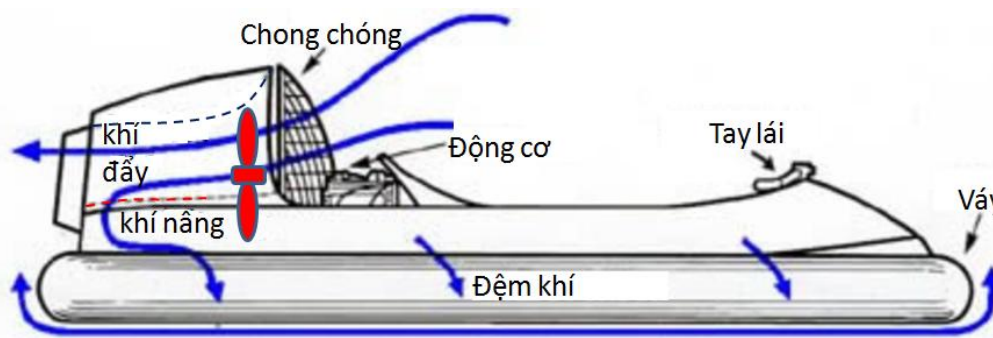
Khác với các loại tàu đáy phẳng, tàu trên cánh ngầm chủ yếu dựa trên nguyên lý thủy động lực học, tàu đệm khí hoạt động dựa trên nguyên lý khí tĩnh học (Hình 1.2) [4].



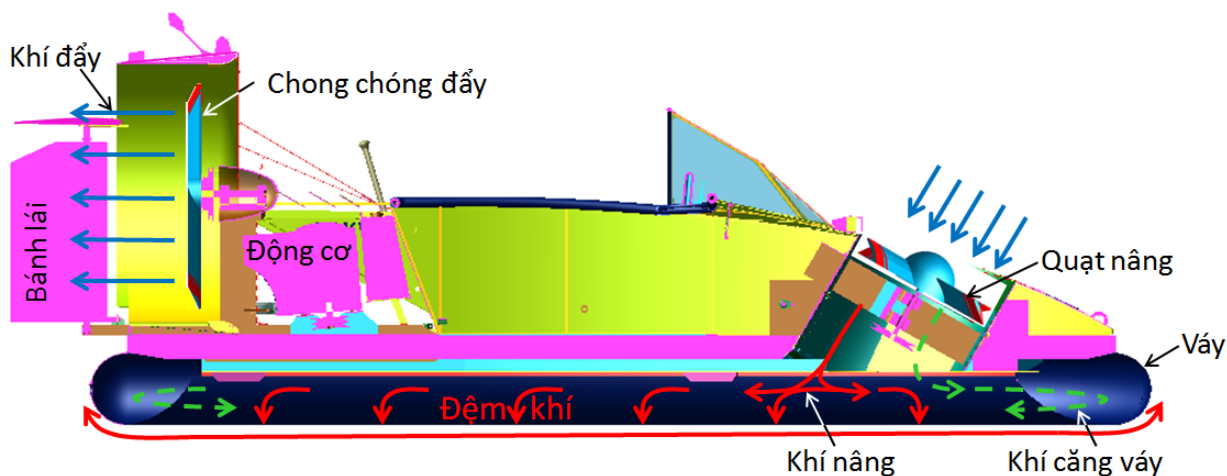
Hình 1.2 - Tàu đệm khí hoạt động dựa trên nguyên lý khí tĩnh học.

So với họ hàng của mình, các mô hình tính toán, thiết kế kỹ thuật, thiết kế thi công, công nghệ chế tạo, vật liệu phối hợp chưa được quan tâm đúng mức và đầu tư thích đáng. Vấn đề tính toán, thiết kế trên cơ sở lý thuyết tàu đệm khí là vấn đề cốt lõi nhằm chủ động có được các cải tiến thiết kế theo điều kiện vật liệu và công nghệ trong nước. Nghiên cứu nhằm đến khả năng tự chế tạo tàu đệm khí cỡ nhỏ hoàn chỉnh theo tính toán, thiết kế riêng với giá thành rẻ để có thể chuyển giao công nghệ cho sản xuất.

Tàu đệm khí hoạt động dựa trên sự tự nâng tàu trên mặt nước hay mặt đất bằng cách tạo ra áp lực dưới dạng một đệm khí. Cấu tạo bao gồm thân tàu, quạt nâng, chong chóng đẩy, váy đệm khí, hệ thống lái,... Quạt nâng cung cấp khí làm căng váy và duy trì áp lực đệm khí trong không gian được vây bởi váy khí, bánh lái đặt ở phần đuôi tàu đảm nhiệm việc điều khiển tàu. Váy đệm khí, được gắn chặt với phần thân tàu, giúp duy trì đệm khí dưới tàu. Chong chóng đẩy, thực tế ở xa đuôi tàu, đóng góp lực đẩy chính cho tàu (Hình 1.3).



(a) Sử dụng duy nhất 1 chong chóng.



(b) Sử dụng chong chóng đẩy và quạt nâng riêng biệt.

Hình 1.3 - Bố trí động lực tàu đệm khí.

2. Tàu đệm khí

Thiết kế các tàu chạy nhanh đều nhằm đến việc giảm sức cản thủy động tác động lên thân chính của tàu. Sức cản thủy động tăng rất nhanh theo tốc độ tàu vì vậy để giảm nó thân tàu cần phải được nâng cao khỏi mặt nước. Tàu cánh ngầm sử dụng các cánh nâng nhỏ nằm dưới mặt nước, trong khi đó tàu đệm khí, tàu hiệu ứng mặt (SES, thường có 2 thân nổi bên thành cứng) sử dụng đệm khí được tăng áp để làm điều này [1].

Tàu đệm khí thổi khí xuống khoang trống ngay dưới thân tàu hình thành nên đệm khí. Đệm khí này được duy trì nhờ có váy mềm bao quanh theo chu vi của thân tàu. Khi hoạt động, tàu luôn cách ly với mặt nước hay mặt đất và không có phần chìm vào nước, vì vậy nó có thể hoạt động cả trên mặt đất và mặt nước. Một tàu như thế về lý thuyết có thể đạt tốc độ cao hơn tàu hiệu ứng mặt (còn gọi "tàu đệm khí thành cứng") hay tàu cánh ngầm; tuy nhiên, hệ thống váy lại gây ra thêm nhiều thành phần lực cản do tương tác giữa nó với mặt nước. Khi hoạt động trên sóng, diện tích váy tàu phía trước và chuyển động thẳng đứng do phản ứng đàn hồi của váy tạo ra thêm sức cản đáng kể, do đó từ tốc độ 60 knots trên nước tĩnh, tốc độ làm việc có thể giảm xuống còn khoảng 30-40 knots trên sóng. Các loại váy thích ứng và các phát triển kỹ thuật khác được áp dụng để cải thiện tính năng tàu đệm khí những năm gần đây; tuy vậy, đặc trưng quan trọng nhất của chúng vẫn được duy trì chính là khả năng lưỡng cư thủy bộ chứ không phải nhằm duy trì tốc độ cao khi chạy trên sóng. Khả năng lao xuống nước của tàu đệm khí là rất đáng giá nhưng khả năng phóng lại lên bờ lại càng đáng giá hơn. Chúng không cần cầu cảng được đầu tư tốn kém như các tàu truyền thống, chưa kể chi phí nạo vét duy trì mớn nước định kỳ trong khu vực.

2.1. Lịch sử phát triển

Tàu đệm khí có một lịch sử phát triển rục rờ và có tốc độ phát triển nghiên cứu rất nhanh chóng. Năm 1956, tàu đệm khí đã được phát minh bởi Sir Christopher Cockerell. Ông đã phát triển các thiết kế tàu đệm khí đầu tiên của mình (Hình 1.4), dẫn đến kết quả là tàu đệm khí đầu tiên trên thế giới ra đời vào 5/1959, chiếc Saunders Roe Nautical 1 - SR.N1 (Hình 1.5), tài trợ bởi Hội đồng Phát triển Nghiên cứu quốc gia Anh [5].



Hình 1.4 - Sir Christopher Cockerell đang thử mô hình tàu đệm khí (1955).



Hình 1.5 - Tàu đệm khí đầu tiên trên thế giới SR.N1 (1959).

Sau thành công của SR.N1, tàu đệm khí bắt đầu được thương mại hóa. Năm 1963, chiếc SR.N2 được thiết kế chở được 48 khách dài 19.8 m, với trọng tải 27 tấn với vận tốc 73 knot (Hình 1.6).



Hình 1.6 - Tàu đệm khí chở khách SR.N2 vào năm 1963.

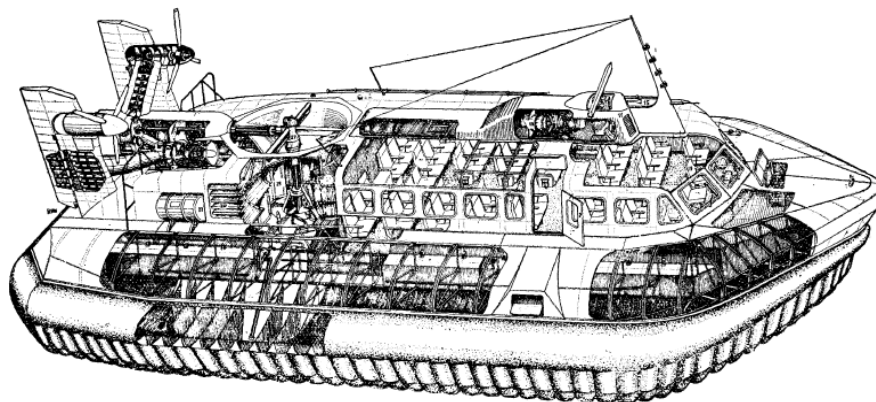
Sau đó là một loạt tàu trong series của Công ty Saunders Roe đánh dấu bước phát triển về kích thước, khối lượng, tốc độ lẫn khả năng chuyên chở. Điển hình như tàu đệm khí lớn nhất hiện nay là SR.N4 MK.III Princess Anne với trọng tải 320 tấn, chiều dài 56.38m, chiều rộng 23.16m có khả năng chở được 418 khách và 60 xe ô tô và băng quan biển Manche chỉ với 22' (Hình 1.7). Sau đó, tàu đệm khí được đưa vào sử dụng

chính thức trong quân đội ví dụ như quân đội Anh đã sử dụng tàu đệm khí tuần duyên SR.N6 BH.7 trọng lượng 45 tấn đánh dấu sự ra đời loạt tàu HM của Công ty Hovermarine .

Trong thời điểm này có khoảng 30 chiếc HM-2 đang hoạt động ở Hồng Kông. Còn ở Nhật Bản, người ta đã chế tạo thành công chiếc MV.PP15 trên cơ sở của chiếc SR.N6 (Hình 1.8).



Hình 1.7 - Tàu đệm khí SR.N4 MK.III Princess Anne đóng năm 1978.



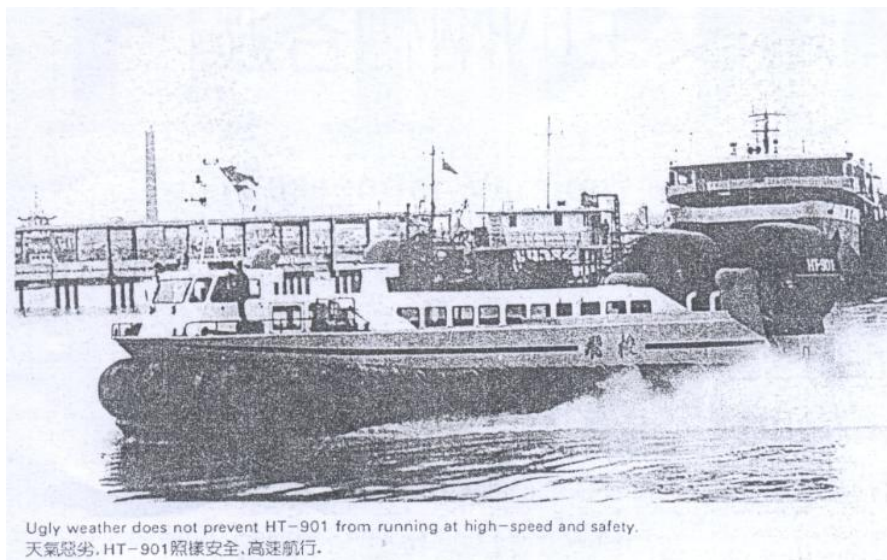
Hình 1.8: Thiết kế MV.PP15 của Nhật Bản.

Nga và Trung Quốc cũng đã đưa vào khai thác và nghiên cứu phát triển loại tàu này từ thập niên 60. Nước Nga nổi tiếng với các tàu đệm khí quân sự đổ bộ cỡ lớn như chiếc Zubr (Hình 1.9). Trung Quốc ra mắt chiếc đầu tiên của họ với Model 722-1.



Hình 1.9: Tàu đệm khí quân sự Zurb của Nga với lượng chiếm nước gần 500 tấn.

Ngày nay, phần lớn tàu đệm khí dân dụng của Trung Quốc được phát triển bởi Trung tâm Phát triển Kỹ thuật lưu chất thuộc Bộ Công nghiệp Hàng không - Không gian, Bắc Kinh đã phát triển và tham gia thị trường vận tải hành khách từ rất sớm (Hình 1.10).



Hình 1.10 - Tàu HT-901 50 khách chạy trên vịnh Hàng Châu.

Ở Việt Nam, các tàu đệm khí do Mỹ sản xuất PACV Model 7232SK5 đã xuất hiện đầu tiên ở chiến trường miền Nam vào giữa thập niên 60 tại Mộc Hoá dưới tên gọi "Quái Vật" (Hình 1.11). Tàu có chiều dài 11.8 m, nặng 7.1 tấn, tổng công suất 1000 HP, tốc độ 60 knots.



Hình 1.11 - Tàu PACV trên chiến trường miền Nam, Mộc Hoá - Đồng tháp Mười, 1966.

Từ 2006, Việt Nam cũng đã nghiên cứu thiết kế, chế tạo thử nghiệm ekranoplan nhỏ bằng vật liệu composite (Đề tài trọng điểm cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam). Được đặt tên là Thăng Long 1000, thực chất tàu này là PARWIG (Power-augmented wing-in-ground effect craft) do GS.TSKH Nguyễn Tiến Khiêm, Viện Cơ học (IMECH, Hà Nội) chủ trì nghiên cứu trong khuôn khổ dự án hợp tác với Liên Bang Nga dưới sự cố vấn của chuyên gia Nhật Bản. Tàu 2 chỗ này có công suất 2×28 HP được làm bằng vật liệu composite, tốc độ cất cánh khoảng 70 km/h và tốc độ tối đa có thể đạt 160 km/h và đã được thử nghiệm bước đầu cuối năm 2009, hiện tại đang trưng bày tại Viện Hải dương học Nha Trang.



Hình 1.11 - Tàu PARWIG Thăng Long 1000 trên vịnh Nha Trang.

Tàu đệm khí đã được phát triển bằng thực nghiệm, tính toán lý thuyết và tính toán số từ sau phát minh của nó đến nay. Công nghệ tàu đệm khí dựa vào các thực nghiệm ở dạng thử nghiệm mô hình tàu hay thử nghiệm tàu nguyên mẫu [1]. Sự phát triển của tính toán số

cũng hỗ trợ nhiều giúp các nhà thiết kế đẩy nhanh việc đưa ra sản phẩm mới đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, tính năng khác nhau với nhiều chủng loại, kích cỡ, vật liệu phối hợp, trang bị động lực, điều khiển,... Các viện nghiên cứu, đại học có đào tạo kỹ thuật tàu thủy, kỹ thuật hàng không gần đây vẫn quan tâm nhiều đến việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo tàu đệm khí:

- 1996, Na và Lee (Trung Quốc) tính toán trường áp suất (phân bố) trên diện tích đệm khí và sức cản sóng [6].

- 2005, A. H. Nikseresht (Iran) tính toán phân bố áp suất bằng phương pháp VOF (Volume of Fluid Method) cho đệm khí [7].

- 2005, tại Hội nghị AUN-SeedNet tổ chức tại Bách khoa Hà nội, từ 28/2-1/3/2005, "Field Wise Seminar on Mechanical and Aeronautical Engineering", Đại học Bandung (Indonesia) giới thiệu tàu WIGs (tàu dùng hiệu ứng mặt thoáng), lợi dụng việc áp sát mặt đất/ mặt nước để tăng lực nâng trên cánh có hình dáng đặc biệt ở dạng không người lái do chính đại học phát triển. Kết quả thử nghiệm tốt nhưng vẫn còn chưa ổn định .

- 2006, nhà máy đóng tàu Hanjin_ Hàn quốc thử nghiệm mô hình tàu đệm khí dài 1 m với tỷ lệ bằng 1/12 tàu thật có chiều dài 12m, tốc độ 40 hải lý/giờ. Quá trình thử nghiệm ổn định tĩnh và CFD đạt kết quả tốt. Hiện nay, nhà máy đang tiếp tục quy trình thử nghiệm ổn định động và các tính toán khác (Journal of Ship and Ocean technology tháng 9/2006) [8].

- 2008, "The 2nd KMU-HCMUT Joint workshop", từ 5-8/11/2008, Giám đốc Trung tâm Đại học Hàng hải Hàn Quốc giới thiệu công nghệ chế tạo loại tàu có đáy hốc (Air Cavity System, ACS) sử dụng động cơ 2 kỳ 2HP 7000 v/ph và 8,5 HP 4800 v/ph, điều khiển từ xa với tốc độ thử nghiệm 60 hải lý /giờ [9].

- 2008, "The 2nd KMU-HCMUT Joint workshop", từ 5-8/11/2008, Yun-Hae KIM thuộc Đại học Hàng hải Hàn Quốc giới thiệu kỹ thuật về kết cấu khuôn composite cho tàu đệm khí sử dụng vật liệu mới ("A study on the Techniques of Composite Mold Structure for Hovercraft Using New Material System"). Dự án này có sự tham gia của Công ty đóng tàu tư nhân TopSpeed đặt tại Jeonnam – Hàn Quốc do ông Keun Sil Park phụ trách [10].

2.2. Chế tạo nguyên mẫu trong nước

Ở Việt Nam, hiện vẫn chưa thấy công bố nào về một thiết kế và qui trình công nghệ sản xuất hoàn chỉnh cũng như việc chế tạo và chạy thử liên quan đến tàu đệm khí. Nghiên cứu chế tạo loại hình tàu này đã được Công ty Triệu Phát (năm 2006), Công ty Dịch vụ Hàng hải Sài Gòn (9/2008), các xí nghiệp đóng tàu composite dân sự, hải quân (4/2009), Công ty Cổ phần Cơ điện lạnh Lâm Sơn, các khu du lịch sinh thái, khu công nghiệp,... quan tâm và một số bắt đầu nghĩ đến việc đầu tư. Hội Khoa học Kỹ thuật Biển tại Tp.HCM cũng đề cập (Hội thảo 9/2008) việc đặt hàng nghiên cứu và chế tạo thử tàu đệm khí vì thực tiễn áp dụng trong du lịch, cứu nạn, quốc phòng của nó.

Từ năm 2006, hai bộ môn Kỹ thuật Tàu thủy và Kỹ thuật Hàng không – Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG Tp.HCM đã bắt tay nghiên cứu về tàu đệm khí liên quan đến thủy khí động lực học, sức bền kết cấu, ổn định, điều khiển, thiết kế tàu,...[3]. Tháng 12/2007, đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc Gia “Thiết kế thi công tàu đệm khí” (mã số B2007-20-28) [11] được thực hiện nhằm kiểm nghiệm nguyên lý hoạt động của tàu đệm khí và lập các phương án kết cấu thân tàu, kết cấu váy, bố trí hệ thống động lực, thiết kế thi công,... Một mô hình tỉ lệ 1/5 với chiều dài 829 mm (Hình 12) đã được chế tạo và chạy thử nhằm khẳng định nguyên lý, phương án kết cấu, hệ thống váy, điều khiển lái,...



Hình 1.12 - Mô hình tàu đệm khí tỉ lệ 1/5 chế tạo tại Đại học Bách Khoa Tp.HCM.

Nghiên cứu này là pha tiếp theo nghiên cứu trên [2] và thực sự được khởi động bằng việc đầu tư thiết kế, đầu tư thiết bị, chuẩn bị thi công từ trong năm 2009. Các phương án kết cấu, sử dụng vật liệu mới cũng được chuẩn bị từ đây.

Tại Việt Nam phần lớn các nghiên cứu được quan tâm nhiều là các loại tàu đáy phẳng, tàu trên cánh ngầm chủ yếu dựa trên nguyên lý thủy động lực học. Loại sau cũng chỉ mới được nghiên cứu thử nghiệm mô hình trong bể thử (Viện KHCN Tàu thủy, 2005-2006) hay nghiên cứu thử nghiệm cho loại cỡ nhỏ (Công ty Công Nghiệp Thủy Sản, 2006-2008), chưa triển khai sản xuất thương mại. Tàu PARWIG Thăng Long 1000 (ekranoplan loại A) đề cập trên cũng chỉ dừng lại ở dạng thử nghiệm. Trong khi đó, nghiên cứu cho việc chế tạo loại tàu đệm khí gắn với các mô hình tính toán, thiết kế kỹ thuật, thiết kế thi công, công nghệ chế tạo, vật liệu phối hợp chưa được quan tâm đúng mức và đầu tư thích đáng. Rõ ràng vấn đề tính toán, thiết kế trên cơ sở lý thuyết tàu đệm khí là vấn đề cốt lõi nhằm chủ động có được các cải tiến thiết kế theo điều kiện vật liệu và công nghệ trong nước. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu tại Đại học Bách Khoa-ĐHQG Tp.HCM nhằm đến **khả năng tự chế tạo hoàn chỉnh theo tính toán, thiết kế riêng với giá thành rẻ để có thể chuyển giao công nghệ cho sản xuất**. Đây cũng là mục tiêu chính của đề tài. Nhóm nghiên cứu đi sâu vào nguyên lý cơ bản của tàu đệm khí về thủy khí động lực học, ổn định, điều khiển, sức bền kết cấu,... để có thể thiết kế tàu đệm khí với qui mô lớn hơn. Sản phẩm này cũng sẽ tạo cơ sở cho việc phát triển các loại tàu đệm khí nhiều chỗ hơn (12-50)

cho các tuyến ngắn, tàu cứu hộ cho các bãi tắm và phục vụ cứu hộ sau lũ. Bên cạnh đó, một số công nghệ chế tạo loại tàu này như cất nhiệt, đúc khuôn chân không,... chưa được nghiên cứu định lượng nhằm đảm bảo chất lượng thi công. Nhóm nghiên cứu chú ý việc hoàn thiện các công nghệ PU-ván ép, composite chân không, composite không khuôn, công nghệ thi công tàu đệm khí để chủ động công nghệ sản xuất tiên tiến cho tàu đệm khí trong nước.

Mặc dù tàu đệm khí đã được nghiên cứu và triển khai ứng dụng, sản xuất thương mại ở nhiều nước trên thế giới [4,13] nhưng nếu chuyển giao thiết kế, công nghệ chế tạo tàu đệm khí từ nước ngoài chắc chắn giá thành sẽ rất cao. Vấn đề nội địa hóa loại hình tàu này từ khâu tính toán thiết kế đến chế tạo vì vậy có ý nghĩa rất lớn. Chưa kể rằng, loại tàu đệm khí và họ hàng với loại tàu này như WIGs, PARWIGs, thủy phi cơ thông thường ít nhiều liên quan đến kỹ thuật quân sự nên việc nhận chuyển giao công nghệ từ nước ngoài là điều khó thực hiện hay nếu nhận chuyển giao sẽ rất tốn kém. Ngoài ra, việc nhập đơn chiếc hay số lượng hạn chế thì việc duy trì hoạt động khai thác, bảo trì sẽ phụ thuộc vào nước ngoài. Trên hết, nhu cầu về một loại tàu đa năng, hoạt động trên một vùng rộng, lưỡng cư (thủy, bộ phối hợp) phục vụ cứu hộ, cứu nạn sau lũ là rất lớn. Thật vậy, tổn thất về người ở các trận lũ lụt vừa qua sẽ giảm thiểu nếu tàu đệm khí được triển khai sản xuất và khai thác. Kinh nghiệm này có thể học được từ vấn đề cứu nạn sau cơn bão Katrina tại Mỹ, trong đó tàu đệm khí được sử dụng nhiều và rất hiệu quả [13].

Tàu đệm khí thuộc vùng giao giữa kỹ thuật hàng hải và kỹ thuật hàng không nên đề tài này còn phục vụ đào tạo nhân lực trong lãnh vực tàu thuyền tốc độ nhanh và tạo tiền đề cho các loại hình tàu khác mà hai bên quan tâm như WIGs, thủy phi cơ... mà cả hai ngành kỹ thuật đều cùng quan tâm. Chế tạo thành công tàu đệm khí sẽ khẳng định các kết quả nghiên cứu khoa học, khả năng xây dựng các qui trình công nghệ, khả năng nội địa hóa phương tiện giao thông nên đóng góp rất lớn cho việc tiết kiệm ngân sách nhà nước trong việc nhập ngoại các loại hình phương tiện tương tự. Một điểm rất quan trọng nữa là thông qua việc nghiên cứu khoa học và chế tạo, chúng ta cũng tạo ra một “networking” tốt giữa các nhà khoa học thuộc đa lãnh vực: hàng hải, hàng không, chế tạo, vật liệu, điều khiển,... và với công nghiệp, công ty thiết kế, nhà máy đóng tàu dân sự lẫn quân sự với các mức chuyển giao và hợp tác ở các mức độ khác nhau.

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

Theo nguồn thông tin tiếp cận được từ cơ sở dữ liệu Wipsglobal (WIPS), cuối thập niên 50 đã có sáng chế đăng ký về vấn đề này và cho đến nay có hơn 1.200 sáng chế đăng ký ở khoảng 30 quốc gia trên toàn thế giới.

1. Tình hình đăng ký sáng chế về tàu đệm khí theo thời gian

Theo nguồn thông tin tiếp cận được từ cơ sở dữ liệu Wipsglobal (WIPS), nghiên cứu về tàu đệm khí có sáng chế đầu tiên vào năm 1957 và từ đó đến nay có trên 1.200 sáng chế được đăng ký về vấn đề này.

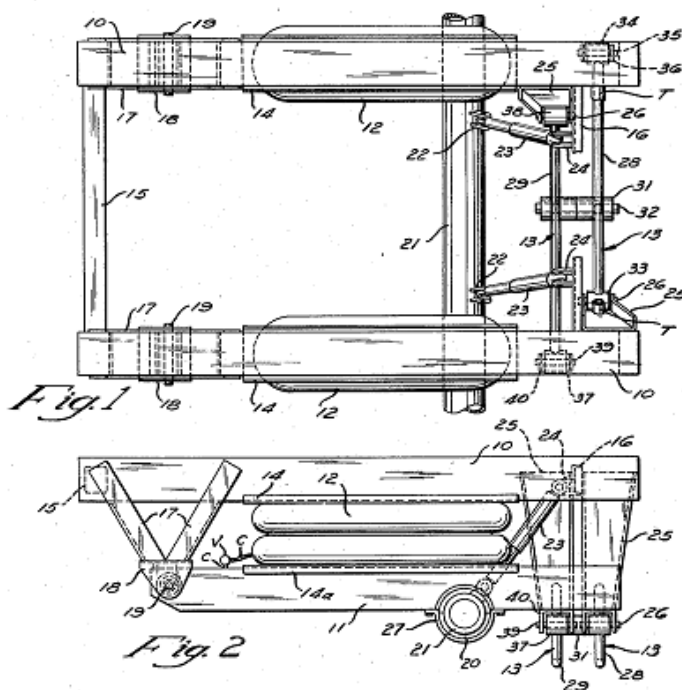
Nov. 4, 1958

F. B. EASTON
STABILIZER BEAM STRUCTURE FOR AIR
CUSHION VEHICLE SUSPENSION

2,859,046

Filed Feb. 14, 1957

2 Sheets-Sheet 1



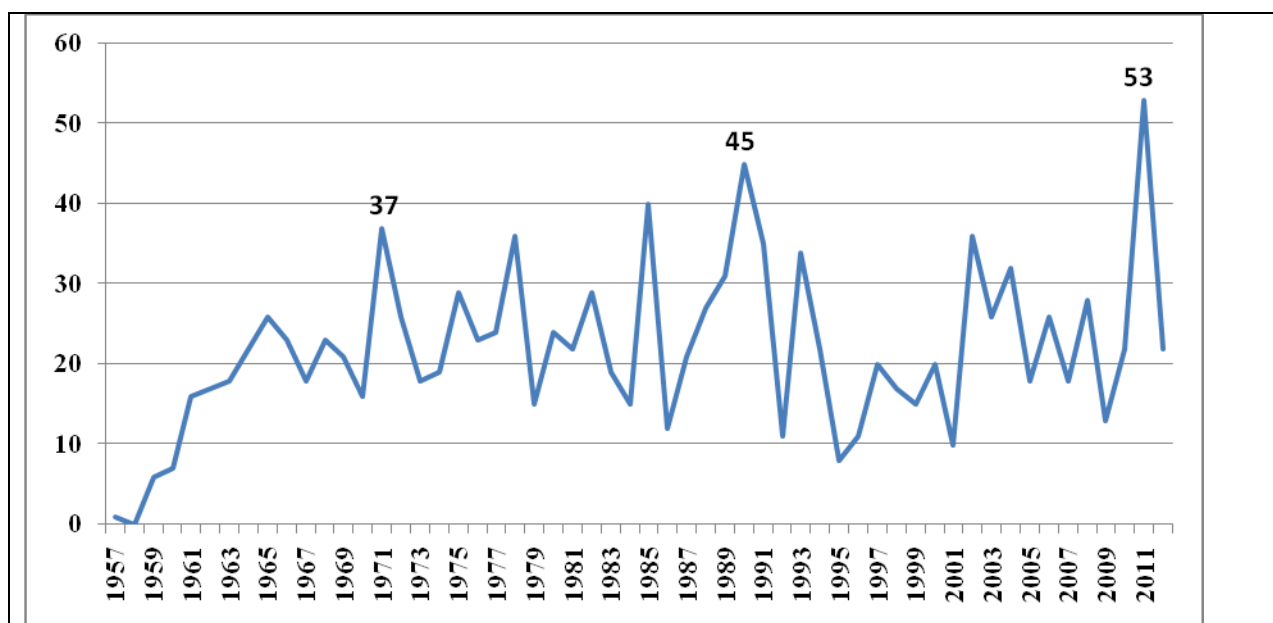
US2859046 - Stabilizer beam structure for air cushion vehicle suspension.

Ngày nộp đơn: 14/02/1957

Ngày cấp bằng: 04/11/1958

Tác giả: Easton Franklin B

Nhà nộp đơn: Youngstown Steel Car Corp



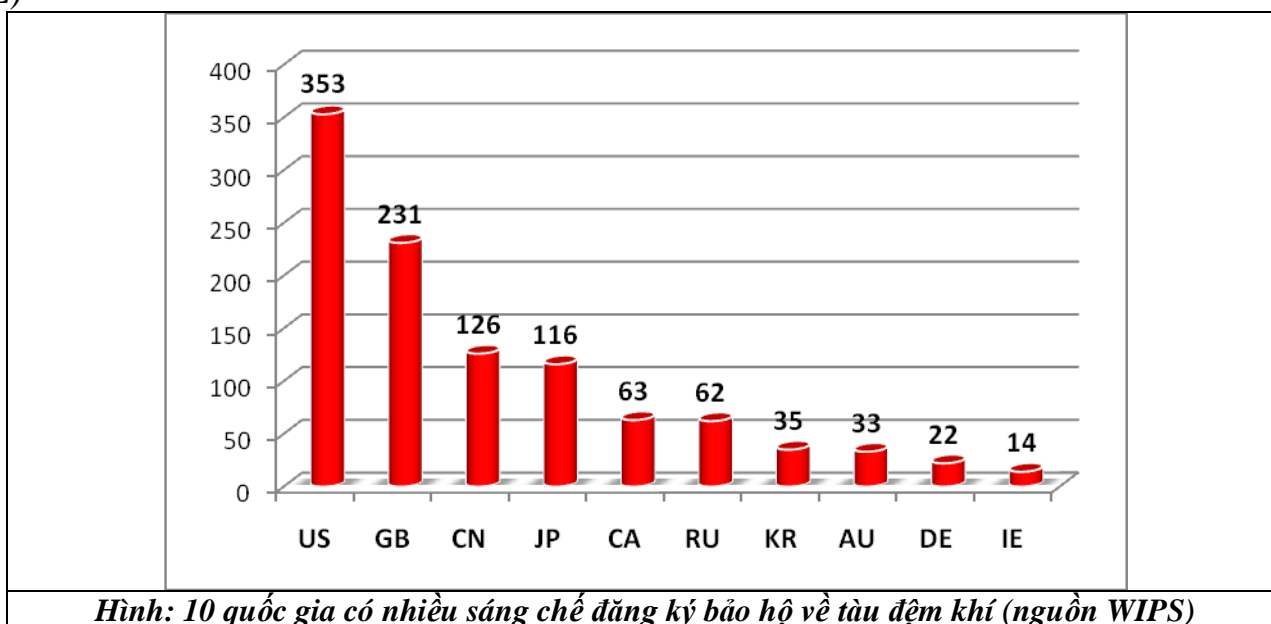
Hình: Tình hình đăng ký sáng chế về tàu đệm khí từ 1957-2012 (nguồn WIPS)

Theo đồ thị biểu diễn, tình hình đăng ký sáng chế về tàu đệm khí tuy có nhiều biến động nhưng nhìn chung tăng dần theo thời gian:

- Giai đoạn 1957-1979: có 441 sáng chế
 - Giai đoạn 1980-1999: có 458 sáng chế
 - Giai đoạn 2000-2013: có 332 sáng chế
- Tình hình đăng ký sáng chế về tàu đệm khí được đăng ký đều đặn qua các giai đoạn.
 - Trong giai đoạn đầu, năm 1971 có nhiều sáng chế nhất với 37 SC, được đăng ký ở 8 quốc gia và tập trung nhiều nhất ở Mỹ (11SC), Anh (11SC) và Canada (9SC)
 - Trong giai đoạn giữa, năm 1990 có nhiều sáng chế nhất với 45 SC, được đăng ký ở 6 quốc gia, tập trung nhiều nhất ở Mỹ (18SC), Nhật (10SC) và Canada (4SC)
 - Trong giai đoạn hơn 10 năm trở lại, năm 2011 có nhiều sáng chế nhất với 53 SC, được đăng ký tại 6 quốc gia, tập trung nhiều nhất ở Trung Quốc (32SC)

2. Các quốc gia có sáng chế đăng ký bảo hộ về tàu đệm khí

Hiện nay, các sáng chế nghiên cứu về tàu đệm khí được đăng ký ở trên 30 quốc gia, trong đó, 10 quốc gia có nhiều sáng chế đăng ký nhất là: Mỹ (US), Anh, (GB), Trung Quốc (CN), Nhật (JP), Canada (CA), Nga (RU), Hàn Quốc (KR), Úc (AU), Đức (DE), và Ireland (IE)

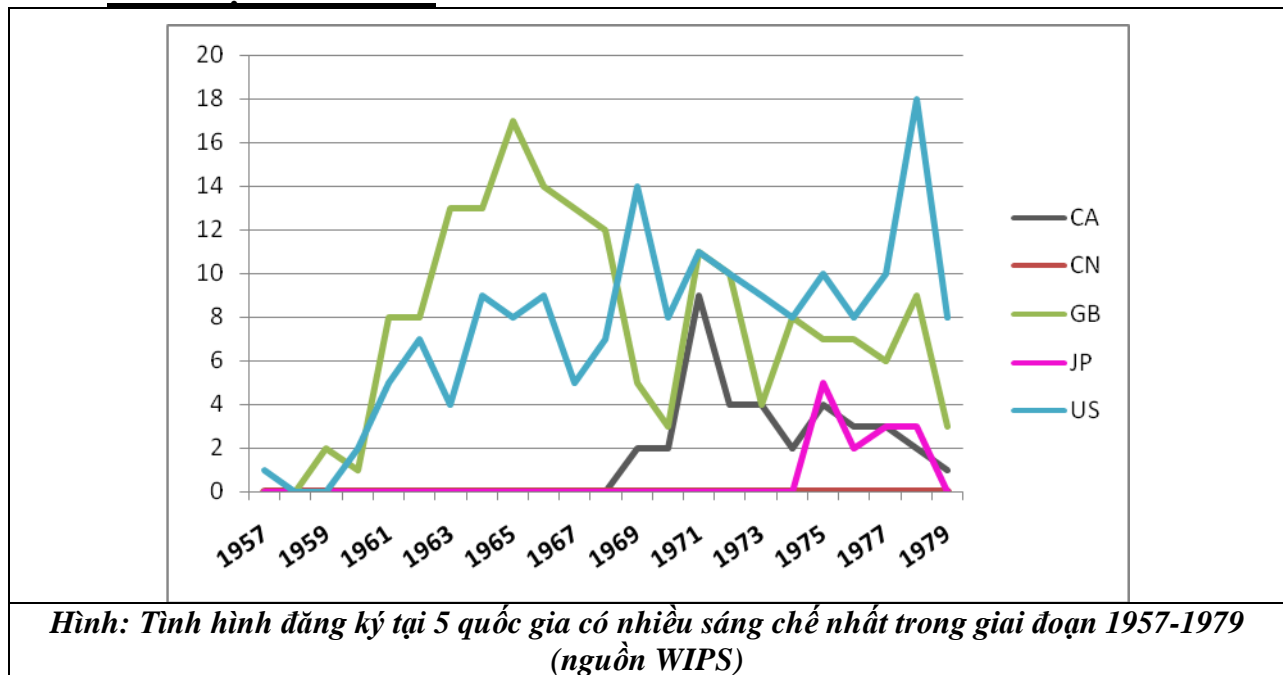


- Nhìn chung lượng sáng chế về tàu đệm khí đa phần tập trung đăng ký tại các nước châu Âu như: Mỹ, Anh, Nga, Canada, Úc, Đức, v.v...

- Bên cạnh đó, sáng chế cũng được đăng ký nhiều tại 3 nước phát triển ở Châu Á: Trung Quốc, Nhật, và Hàn Quốc

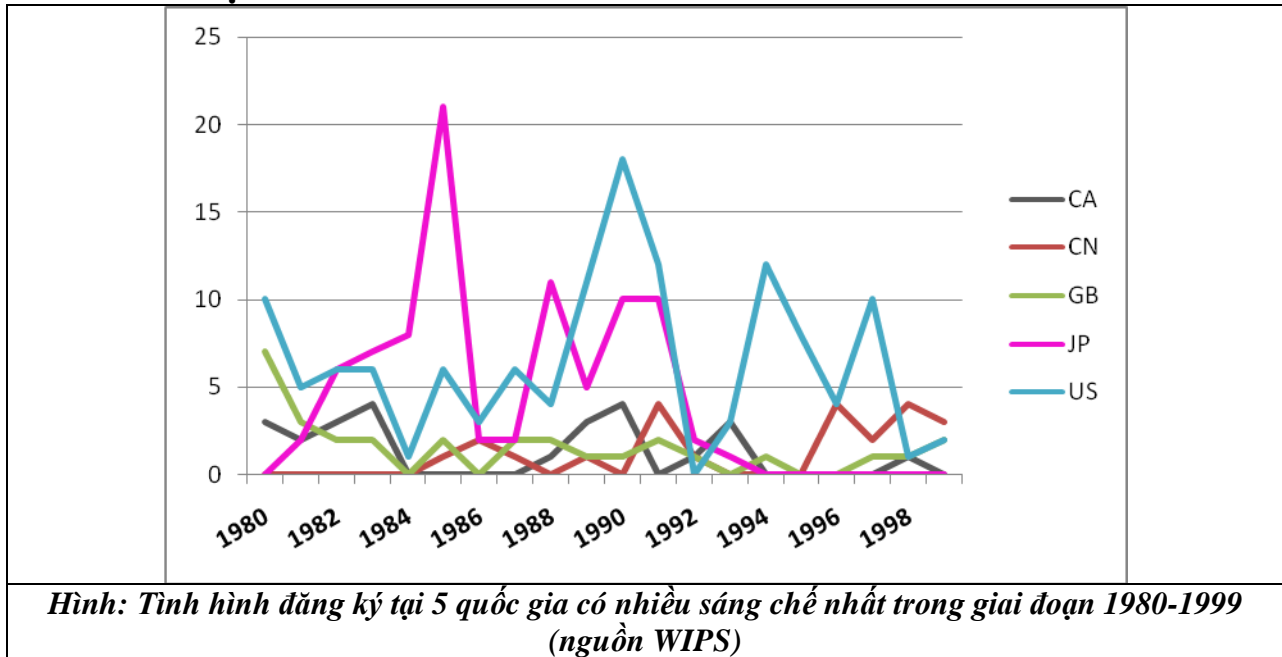
Xem xét tình hình đăng ký tại 5 quốc gia có nhiều sáng chế nhất qua các giai đoạn:

- **Giai đoạn 1957-1979:**



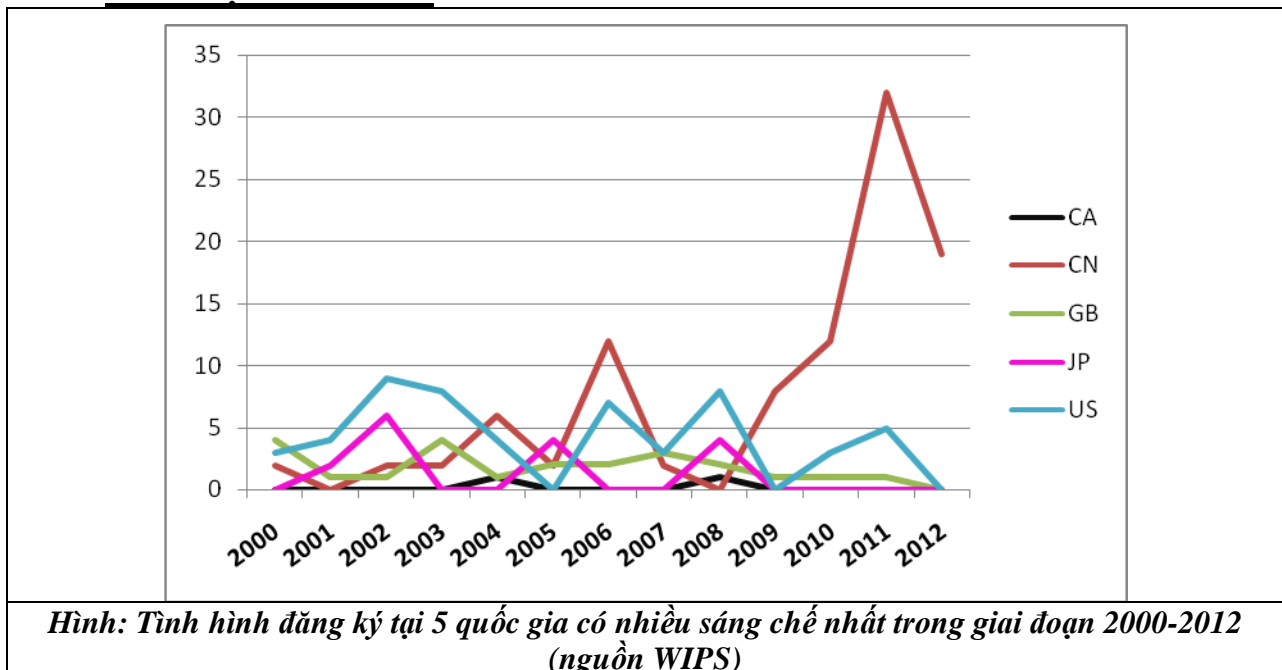
- Trong giai đoạn đầu, hầu như không có sáng chế nào về tàu đệm khí đăng ký tại Trung Quốc.
- 1957 sáng chế về tàu đệm khí đầu tiên đăng ký tại Mỹ, 2 năm sau, 1959, có 2 sáng chế được đăng ký tại Anh và 10 năm sau, 1969, có 2 sáng chế đăng ký tại Canada, và đến giữa thập niên 70, 1975, có 5 sáng chế được đăng ký tại Nhật Bản.
- Lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại Mỹ khá đều qua các năm, tuy nhiên, lượng sáng chế đăng ký tại Anh tập trung nhiều trong những năm 60

• **Giai đoạn 1980-1999:**



- Trong giai đoạn này bắt đầu có sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại Trung Quốc, 1985, có 1 SC đăng ký tại Trung Quốc.
- Lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại Mỹ vẫn đều và mạnh. Lượng sáng chế đăng ký tại Anh và Canada có xu hướng giảm, trong khi lượng sáng chế đăng ký tại Nhật tăng nhiều trong những năm 80 và giảm mạnh trong những năm 90.

• **Giai đoạn 2000-2012:**



- Lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại Canada hầu như rất ít trong giai đoạn này. Lượng sáng chế đăng ký tại Anh, Mỹ, Nhật đều giảm. Trong khi đó, lượng sáng chế đăng ký tại Trung Quốc lại tăng cao, đặc biệt trong năm 2011.

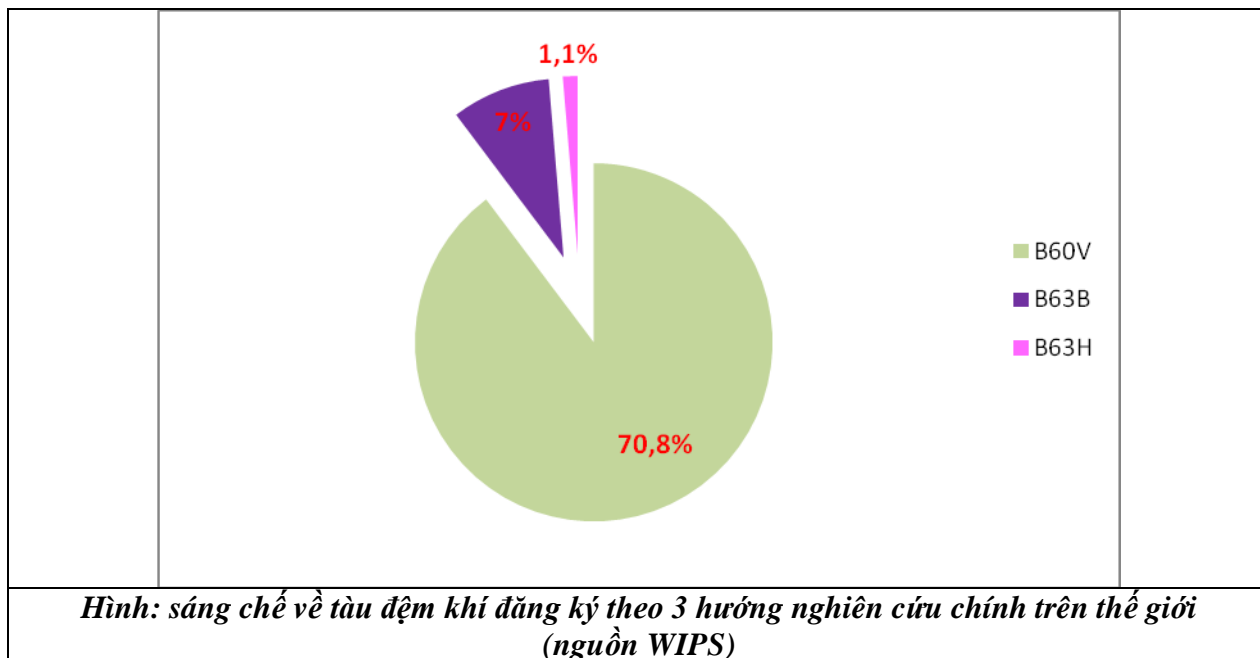
➤ **Phân tích qua 3 giai đoạn, ta thấy:**

- ✓ Sáng chế về tàu đệm khí được đăng ký đầu tiên tại Mỹ và qua các năm, lượng sáng chế đăng ký tại quốc gia này có tính đều đặn.
- ✓ Lượng sáng chế về tàu đệm khí được đăng ký tại Anh, tập trung vào những năm 60, tại Nhật thì tập trung vào những năm 80.
- ✓ Sáng chế về tàu đệm khí được đăng ký tại Trung Quốc trễ nhất trong 5 quốc gia, tuy nhiên, trong những năm gần đây, lượng sáng chế đăng ký tại quốc gia này đang gia tăng mạnh.

3. Các hướng nghiên cứu được quan tâm nhiều về tàu đệm khí theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC

Từ hơn 1.200 sáng chế thu thập được từ cơ sở dữ liệu Wipsglobal, khi đưa vào phân tích theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC (International Patent Classification), nhận thấy các sáng chế tập trung nhiều vào các hướng nghiên cứu sau theo thứ tự giảm dần:

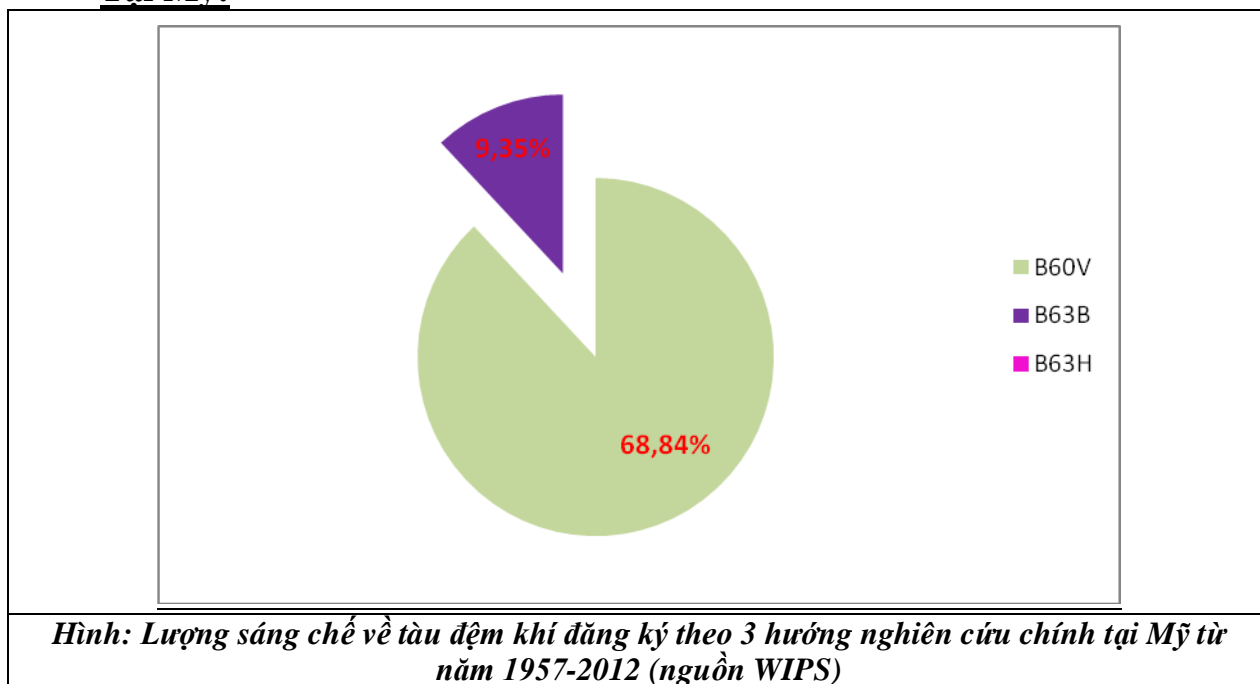
1. **Nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc, hình dáng của đệm khí (B60V).** Ví dụ: đệm khí được làm từ nguyên liệu gì, composite hay polymer nào đó. Cấu trúc bên ngoài và bên trong của đệm khí, hệ thống các vách ngăn phân chia đệm khí, thành đệm khí, từ đó hình thành nên hệ thống dẫn truyền khí bên trong
2. **Nghiên cứu thiết kế thân tàu, boong tàu, và các trang thiết bị phục vụ tàu (B63B)** như: các thiết bị thông gió, điều hòa, khoang hàng, v.v... tính toán thiết kế mặt phẳng lướt, đảm bảo lực nổi nhờ lực thủy động học.
3. **Nghiên cứu thiết kế bộ phận dẫn tiến hoặc điều khiển tàu (B63H)** gồm: các bộ dẫn tiến hoạt động trong không khí, bộ dẫn tiến hoạt động nhờ sức gió, các bộ dẫn tiến phản lực; các bộ dẫn tiến hoạt động nhờ sức cơ bắp; nhờ cáp neo; thiết bị hoạt động trong nước được dẫn động bằng động cơ gió, v.v...



- Hướng nghiên cứu thứ 1 chiếm phần lớn với tổng số sáng chế là 872, chiếm 70,8% trên tổng số sáng chế đăng ký về tàu đệm khí.

Phân tích 3 hướng nghiên cứu chính của sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại 5 quốc gia dẫn đầu:

- **Tai Mỹ:**



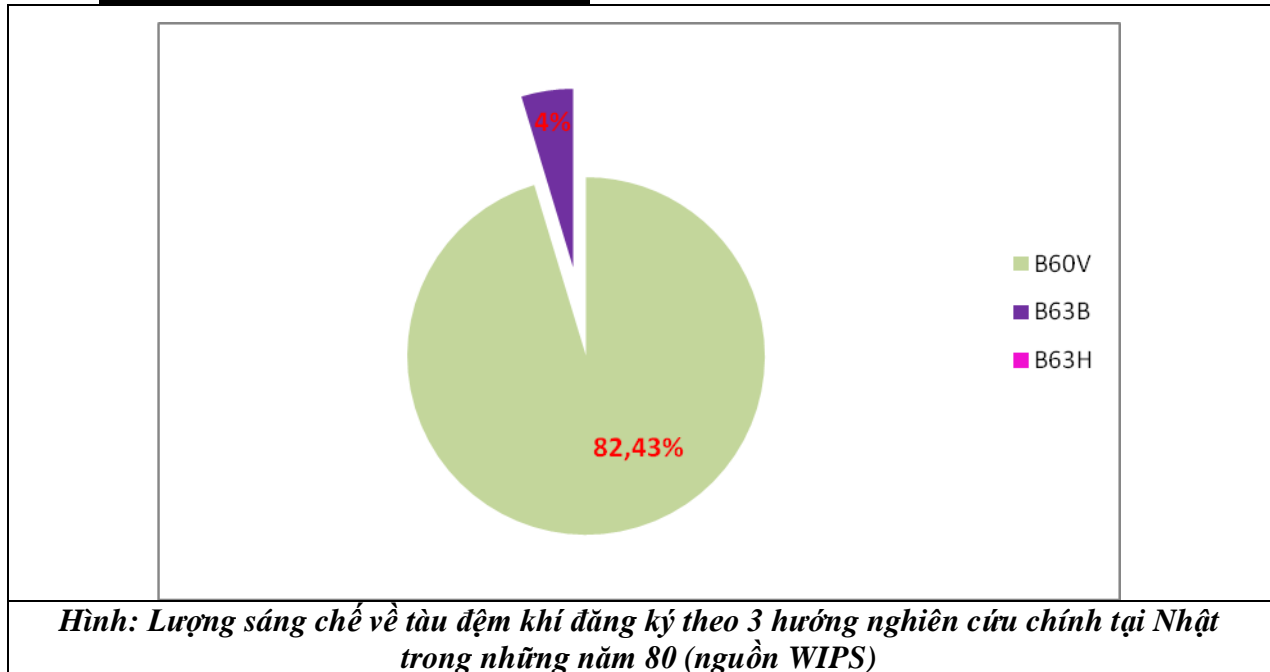
- Tại Mỹ, sáng chế đăng ký theo hướng nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí chiếm phần lớn với 68,84% trên tổng lượng sáng chế đăng ký tại Mỹ
- Tại Mỹ, hầu như không có sáng chế đăng ký theo hướng Nghiên cứu thiết kế bộ phận dẫn tiến hoặc điều khiển tàu.

- **Tại Anh trong những năm 60:**



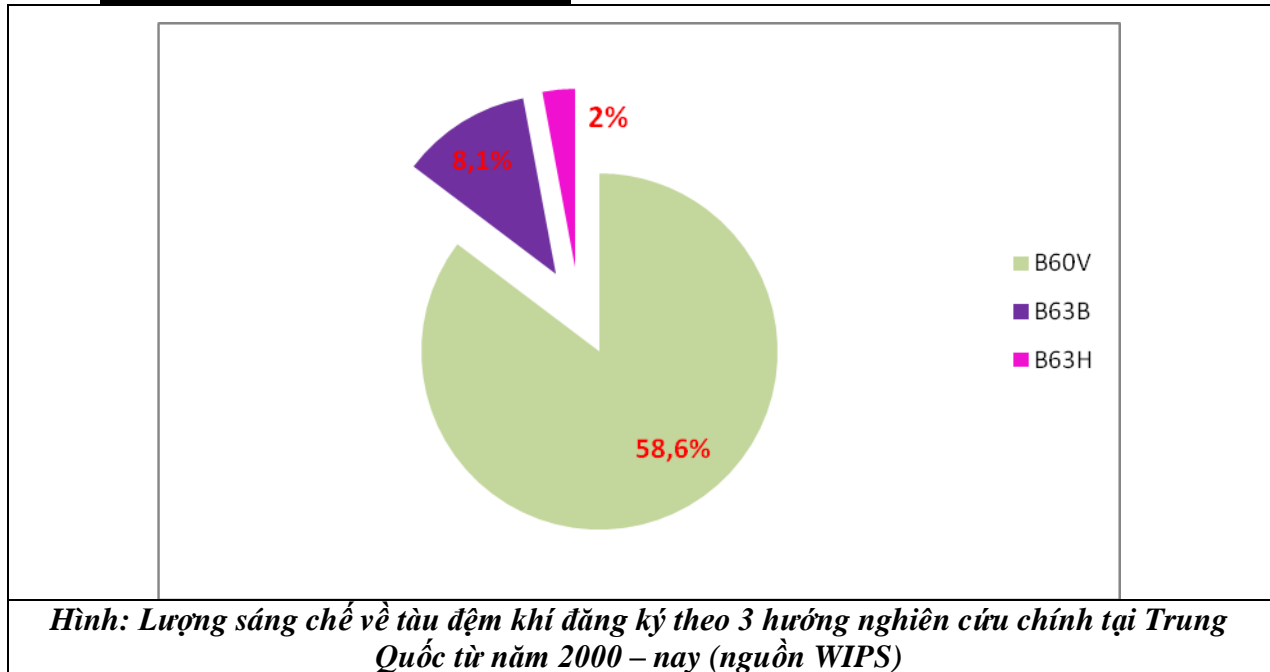
- Tại Anh, lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tập trung trong những năm 60 cho thấy chỉ đăng ký theo hướng nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí và hoàn toàn không có sáng chế nào đăng ký theo 2 hướng còn lại.

- **Tại Nhật trong những năm 80:**



- Tương tự Mỹ, tại Nhật, lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tập trung trong những năm 80 cho thấy chỉ đăng ký ở 2 hướng nghiên cứu:
 - ↳ nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí
 - ↳ và, nghiên cứu thiết kế thân tàu, boong tàu, và các trang thiết bị phục vụ tàu
- Trong đó, hướng nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí chiếm phần lớn với 82,43% trên tổng lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tại Nhật trong những năm 80.

- **Tại Trung Quốc từ 2000-nay:**



- Tại Trung Quốc, lượng sáng chế về tàu đệm khí đăng ký tập trung từ năm 2000 đến nay cho thấy: Các sáng chế đăng ký ở cả 3 hướng nghiên cứu chính, trong đó:
 - ✦ Hướng nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí chiếm phần lớn với 58,6%
 - ✦ Hướng nghiên cứu thiết kế thân tàu, boong tàu, và các trang thiết bị phục vụ tàu chiếm 8,1%

NHẬN XÉT CHUNG

– Cuối thập niên 50 bắt đầu có sáng chế về tàu đệm khí đăng ký và lượng sáng chế đăng ký về vấn đề này có chiều hướng tăng dần qua mỗi năm, và hiện nay vẫn còn tiếp tục tăng cao.

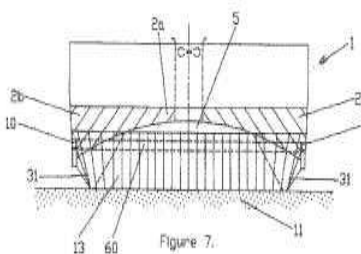
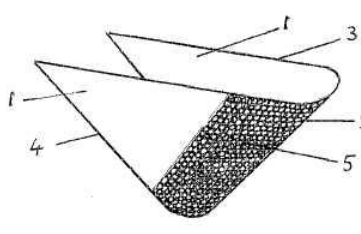
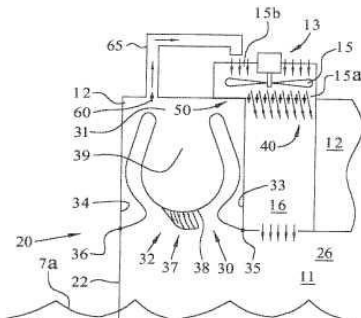
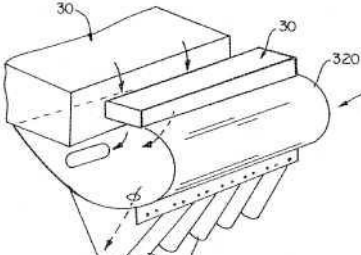
– Tại các nước Mỹ, Anh là những nước sớm có sáng chế về tàu đệm khí đăng ký và lượng sáng chế đăng ký bảo hộ tại các quốc gia này tập trung nhiều trong những năm 60, 80, 90. Từ năm 2000 đến nay, lượng sáng chế về tàu đệm khí tập trung đăng ký tại Trung Quốc

– Sáng chế về tàu đệm khí đăng ký theo 3 hướng nghiên cứu chính, tuy nhiên, hướng nghiên cứu về chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí chiếm tỷ lệ cao nhất 70,8%, đây cũng là hướng nghiên cứu chính ở các quốc gia dẫn đầu về số lượng sáng chế đăng ký bảo hộ.

IV. GIỚI THIỆU MỘT SỐ NGHIÊN CỨU TÀU ĐỆM KHÍ TRÊN THẾ GIỚI, VÀ CÔNG TRÌNH THIẾT KẾ TÀU ĐỆM KHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH

1. Giới thiệu một số nghiên cứu tàu đệm khí trên thế giới

1.1. Hướng nghiên cứu chất liệu, cấu trúc và hình dạng của đệm khí:

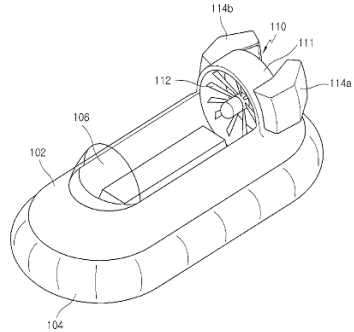
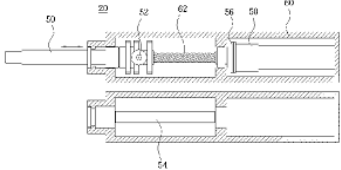
T T	Số sáng chế	Tên sáng chế	Ngày nộp đơn	Tác giả	Hình ảnh minh họa
1.	GB2458003	Amphibious vehicle having buoyant side-hulls and an air cushion skirt	9/9/2009	Lewthwaite John Christopher	
2.	GB2443406	Chain mail reinforced hovercraft skirt segment	7/5/2008	Turner Daniel George Warren	
3.	US6619220	Hybrid SES/hovercraft with retractable skirt system	16/9/2003	Ducote John E	
4.	US2004154847	Lightweight skirt assembly for air cushion vehicles	12/8/2004	Holland John E; Holland Connie W	

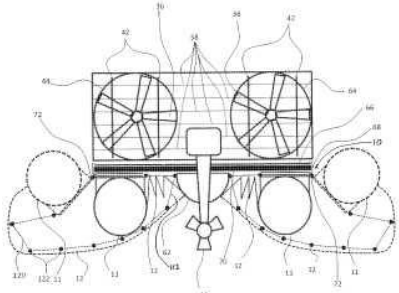
5.	GB2486437	Hovercraft skirt inner attachment arrangement	20/6/2012	Turner Daniel George Warren	
----	-----------	---	-----------	-----------------------------	--

1.2. Hướng nghiên cứu thiết kế thân tàu, boong tàu, và các trang thiết bị phục vụ tàu:

TT	Số sáng chế	Tên sáng chế	Ngày nộp đơn	Tác giả	Hình ảnh minh họa
1.	US2004074684	Airstream control system for a hovercraft	22/4/2004	Bertelsen William R; Grant John W	
2.	US2010000817	Hovercraft and methods of manufacture and use of same	7/1/2010	Clapp William G	
3.	US2007051848	Landing gear for a hovercraft	8/3/2007	Mantych Glen A; Goossen Emray R	

1.3. Hướng nghiên cứu thiết kế bộ phận dẫn tiến hoặc điều khiển tàu

TT	Số sáng chế	Tên sáng chế	Ngày nộp đơn	Tác giả	Hình ảnh minh họa
1.	KR20060009460	A propeller of hovercraft	1/2/2006	Youn Jong Joon	
2.	KR20070057111	Hovercraft driving apparatus and method for controlling the same, capable of mounting a bucket system to the rear end of a hovercraft and easily operating the bucket system with a computer controller	4/6/2007	Youn Jong Joon	

3.	US2012171910	Combination Pontoon Boat and Hovercraft	5/7/2012	Schramer richard	
----	--------------	---	----------	------------------	---

2. Giới thiệu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của tàu đệm khí phục vụ cứu hộ, du lịch,... của trường Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh

2.1. Cấu hình chung: gồm

- Số chỗ: 3 người
- Chiều dài toàn bộ: 4,7m
- Chiều rộng khi căng váy: 2,2m
- Trọng lượng tàu không: 180kg
- Công suất: 26HP
- Tốc độ: 40 – 50 km/h
- Phạm vi hoạt động: Lưỡng cư (mặt đất và mặt nước)
- Tầm hoạt động: 100 – 150km
- Kết cấu: Ván vép – composite – foam đúc chân không
- Trang bị GPS

2.2. Thiết kế và thi công: 7 nội dung thiết kế và chế tạo tàu đệm khí

2.2.1. Thiết kế cấu hình dựa trên phân tích:

- Kiểu tàu (trên ít nhất 3 kiểu tàu);
- Ước tính trọng lượng;
- Xác định các kích thước chính;
- Bố trí chung;
- Phương án bố trí hệ thống nâng đẩy, kiểu váy.

2.2.2. Thiết kế thủy khí động lực học, ổn định và điều khiển:

- Tính toán áp lực nâng của đệm khí theo các loại váy;
- Tính toán sức cản khí động/thủy động ở các chế độ tắt/mở váy;
- Phân tích ổn định, tính năng điều khiển;

2.2.3. Thiết kế kết cấu:

- Sức bền dọc, sức bền cục bộ;
- Lựa chọn vật liệu trên cơ sở tối ưu trọng lượng;
- Phân tích tính toán kết cấu bằng phương pháp PTHH

2.2.4. Thiết kế và tính toán váy đệm khí:

- Thiết kế cấu hình váy;
- Hình học váy & lực tác động lên váy;

2.2.5. Thiết kế hệ thống đẩy và nâng:

- Tính toán thiết kế chong chóng đẩy, quạt nâng;
- Thiết kế đạo lưu;
- Thiết kế hệ thống truyền động.
- Chọn động cơ.

2.2.6. Thiết kế thi công tổng thể, thiết kế chi tiết, quy trình công nghệ chế tạo:

- Hệ thống bản vẽ: bố trí chung, các KC cơ bản, KC váy, hệ thống nâng/đẩy, hệ thống lái, bố trí buồng lái, hệ thống bảo vệ & bản vẽ chi tiết.
- QTCN chế tạo thân, váy, lái...
- Chọn vật liệu & công nghệ chế tạo thích ứng

2.2.7. Chế tạo tàu đệm khí, chạy thử và hiệu chỉnh:

- Đặt hàng & nhập các thiết bị, vật tư chính cần thiết: động cơ, chong chóng đẩy, quạt nâng, vật tư làm thân tàu, vải làm váy, các chi tiết trong hệ thống truyền động, hệ thống nâng hay đẩy (ổ đỡ các loại, puli, giá đỡ, bạc, bích nối...), các thiết bị chỉ thị, công tắc an toàn...
- Chế tạo & thi công lắp ráp thân tàu, đệm váy khí, hệ thống truyền động, bộ đỡ động cơ, hệ thống lái, buồng lái, hệ thống điện khởi động, chỉ thị tốc độ.
- Chạy thử tàu không tải tại chỗ (chủ yếu để kiểm tra lực nâng, cân chỉnh hệ thống truyền động, kiểm tra cân bằng động chi tiết quay).
- Chạy thử tàu trên mặt nền cứng, mặt cỏ & trên nước.
- Thực hiện các cân chỉnh, điều chỉnh thích hợp (nếu có).

2.3. Cấu hình tàu đệm khí

2.3.1. Thông số yêu cầu:

- Tầm hoạt động: 100 km;
- Vận tốc hoạt động: 55-75 km/h (30-40 knots);
- Thời gian vận hành: khoảng 2 giờ;
- Số chỗ: 3 người;

- Độ cao váy lý tưởng: 0.2 đến 0.3 m;
- Nhiệm vụ: phục vụ cho nhu cầu giải trí, huấn luyện thể thao;
- Vùng hoạt động: sông, ao, hồ, đầm lầy hoặc mớn nước thấp;
- Công suất động cơ: < 30 HP + trích lực;
- Kết cấu thân: xốp PU – ván ép – FRP;
- Váy khí dạng túi.

2.3.2. Ước tính sơ bộ khối lượng:

Khối lượng tổng cộng của tàu đệm khí: $W = W_{PL} + W_E + W_f$

Trong đó:

- W_{PL} : tổng khối lượng hành khách & hàng hóa mang theo;
- W_E : khối lượng tàu không;
- W_f : khối lượng nhiên liệu.

2.3.3. Thông số hình học:

- Sử dụng các tỉ lệ kích thước chính theo kinh nghiệm hay theo các tàu đã đóng.
- Các thông số hình học cơ bản của tàu đệm khí:
 - Chiều dài đệm khí L_c :

$$L_c = \frac{B_c}{B_c / L_c} = \frac{1.818}{1/2.1} = 3.818 \text{ m}$$

- Chiều rộng đệm khí B_c :

$$B_c = \left(\frac{W}{\frac{p_c \left(\frac{L_c}{B_c} \right)^2}{L_c}} \right)^{0.333} = \left(\frac{451}{17.0 \times 2.1^2} \right)^{0.333} = 1.818 \text{ m}$$

- Chiều cao (váy) đệm khí H_{sk} :

$$H_{sk} = \frac{H_{sk}}{B_c} \times B_c = 0.11 \times 1.818 = 0.199 \text{ m}$$

- Áp suất đệm khí:

$$p_c = \frac{Wg}{L_c B_c} = \frac{451 \times 9.81}{3.818 \times 1.818} = 637.405 \text{ N / m}^2$$

Chọn $L_c/B_c \sim 2.1$; $p_c/L_c \sim 17.0 \text{ kg/m}^3$; $H_{sk}/B_c = 0.11 \leq 0.2$ (tiêu chuẩn ổn định)

Lưu ý: Cần chọn H_{sk}/B_c , L_c/B_c , p_c/L_c theo các tàu đệm khí mẫu 2-3 chỗ (UH-13P, UH-13 Twin Trainer, Skima,...)

Kích thước chính và thông số của một số tàu đệm khí tham khảo

Tàu	W [T]	L_c [m]	B_c [m]	L_c/B_c	p_c [kg/m ²]	p_c/L_c [kg/m ³]	S_c [m ²]	SHP [HP]	V [knots]
UH-13P	0.420	4.115	1.88	2.19	70	17.01	6.2	27	48
UH-13PT	0.362	4.115	1.88	2.19	65	15.80	6.2	22	34
Skima 4 (4)	0.475	4.00	2.0	2.00	95	23.75	5.0	25	22
Skima 4 (3)	0.40	4.00	2.0	2.00	80	20.00	5.0	25	27
Skima 4 (2)	0.325	4.00	2.0	2.00	65	16.25	5.0	25	30
Skima 4 (1)	0.250	4.00	2.0	2.00	50	12.50	5.0	25	30
Skima 4 Mk2	0.550	5.03	2.08	2.42	78	15.51	7.0	40	20
Skima 4 Mk3	0.330	5.03	2.08	2.42	47	9.24	7.0	40	30

2.3.4. Lựa chọn vật liệu:

Yêu cầu:

- Tàu đệm khí phải nhẹ
- Độ bền và độ cứng của kết cấu
- Dễ chế tạo (dùng thiết bị đơn giản), sửa chữa
- An toàn

→ Do đó, vật liệu composite được dùng nhiều trong phương tiện nhỏ, chạy nhanh !

Một số phương pháp thi công composite:

- Phương pháp đóng vỏ sandwich



Vacuuming the outer skin laminate



14th September 2005

- Phương pháp đóng vỏ theo khuôn
- Phương pháp đóng khuôn CNC



- Phương pháp đóng khuôn cái bằng gỗ



- Phương pháp tạo khuôn bằng màng căng



So sánh các đặc trưng giữa khuôn gỗ và khuôn đúc chân không trực tiếp

Loại khuôn	Khuôn gỗ	Khuôn đúc chân không trực tiếp
Trọng lượng	1 (100%)	0%
Chống mài mòn	Thấp	Tốt
Độ bền đặc trưng	Thấp	-
Độ cứng đặc trưng	Thấp	-
Chống nhiệt	Kém	-
Kín nước	Kém	Tốt
Số chi tiết	Nhiều	+ thiết bị hút chân không
Bảo trì	Kém	Dễ
Tái chế	Kém	100%
Xử lý bản vẽ	100	50
Xử lý bản vẽ kích thước thực (loft)	100	25
Khung giàn thi công	100	25

Xử lý bề mặt trong khuôn	100	10
Xử lý đánh bóng mặt	100	10
Xử lý chống dính khuôn	100	10

Kết cấu vật liệu: composite dạng sandwich

GRP (nền epoxy) + xốp XPS + ván ép (marine grade plywood)

được chọn VÌ:

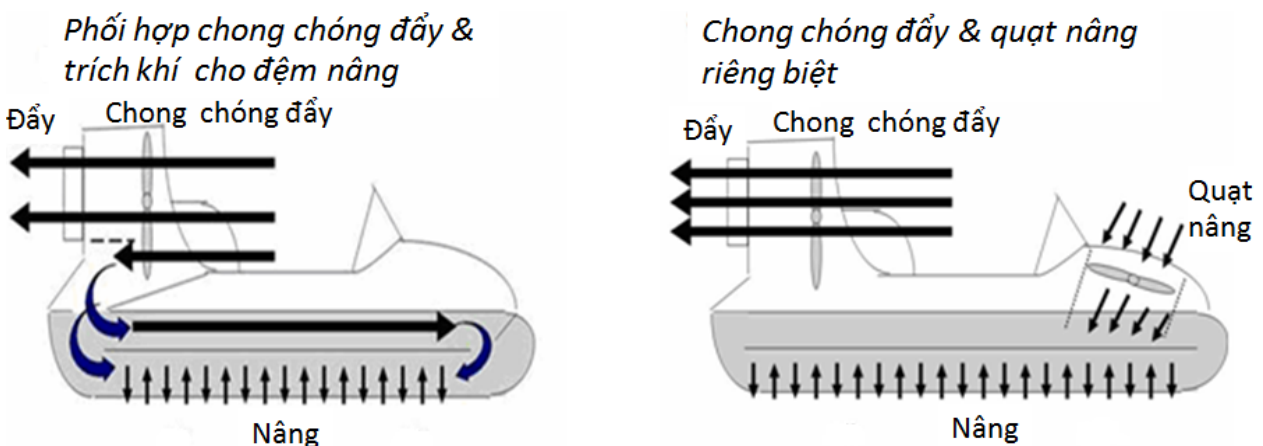
- ✓ Nhẹ
- ✓ Độ bền, độ cứng cao
- ✓ Chịu va đập cao
- ✓ Không thể chìm
- ✓ Hấp thu rung động
- ✓ Rút ngắn thời gian thi công
- ✓ Đầu tư thiết bị thi công thấp
- ✓ Dễ bảo trì, dễ dàng vệ sinh bảo dưỡng

→ Dễ dàng sử dụng phương pháp đúc chân không trực tiếp

2.3.5. Thân tàu: có các đặc tính

- Tính nổi cho tàu;
- Khối lượng càng nhỏ càng tốt;
- Đủ không gian bố trí hành khách, động lực và các hệ thống khác.

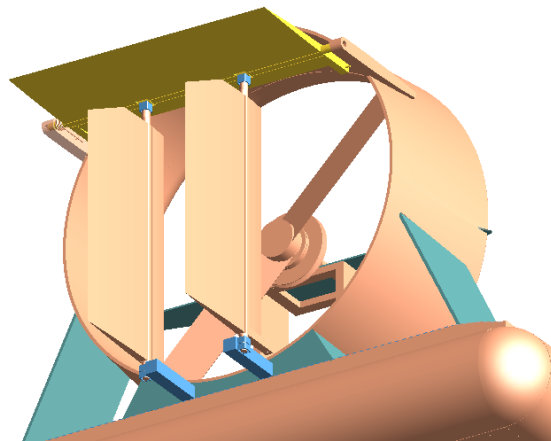
2.3.6. Bố trí hệ thống tạo lực nâng và đẩy:



- ✓ Truyền động đơn giản
- ✓ Hệ thống nâng & đẩy phụ thuộc
- ✓ Chiều dài tàu thu gọn
- ✓ Trọng lượng tàu giảm
- ✓ Điều khiển linh động hơn & đạt hiệu suất cao
- ✓ Hệ thống nâng & đẩy độc lập (nếu dùng 2 động cơ)
- ✓ Cần kéo dài mũi tàu

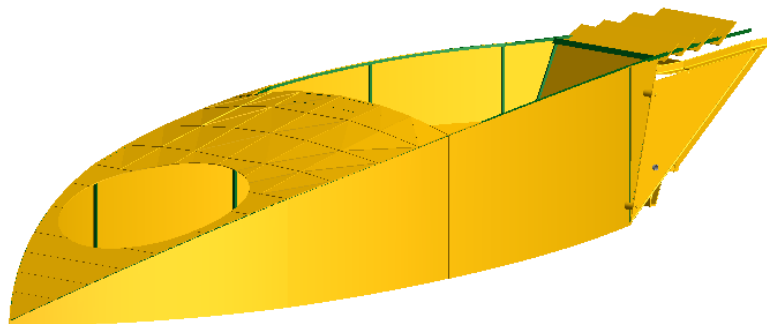
2.3.7. Hệ thống lái điều khiển hướng:

- Dạng cánh khí động đối xứng
- Bố trí 2-3 bánh lái
- Trụ lái bố trí 20-22% chiều dài cung cánh (chord)
- Để tăng hiệu quả ổn định dọc: bố trí thêm cánh ngang



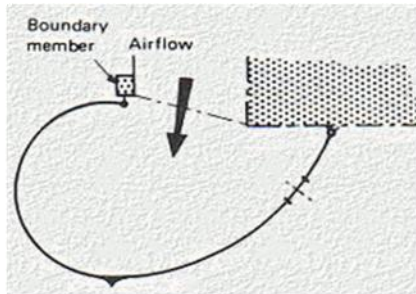
2.3.8. Cabin lái: Bố trí ngồi dọc

- Phù hợp với hình dáng thon dài của tàu
- Phân bố tải đều dọc tàu
- Dễ cân bằng và ổn định

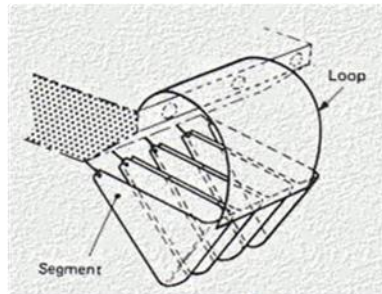


2.3.9. Váy đệm khí:

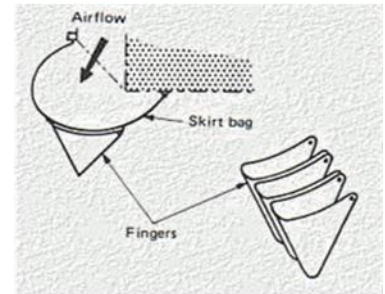
- Tạo và giữ lớp đệm khí bên dưới tàu
- Váy mềm bám theo địa hình: hiệu quả khi vượt chướng ngại vật
- Trở lại được hình dạng ban đầu sau khi bị biến dạng
- Tăng tính ổn định cho tàu.
- Giảm ma sát với chướng ngại vật do khả năng trượt của vật liệu váy (latex ← neoprene-nylon / vải bọc nhựa vinyl)
- Hấp thụ phần lớn năng lượng sinh ra do va đập



Váy dạng túi (bag skirt)



Váy dạng túi xếp (segment skirt)



Váy dạng túi-ngón (bag-finger skirt)

2.4. Hệ thống nâng

Khối lượng được nâng bởi đệm khí áp suất

Phương pháp để chứa gói khí :

→ Buồng đệm khí (toàn phần):

- Dòng khí ra có dạng xuyên
- Chênh áp nâng tàu đệm khí
- Tàu đệm khí cất lên đến khi dòng ra bằng dòng vào thông qua quạt đẩy
- Váy được gắn vào để tăng chiều cao nâng

→ Phụt khí / Màn che phản lực

- Khí được tháo ra như MÀN PHỤT
- Duy trì áp suất khí cao dưới tàu đệm khí
- Khe hở váy khí cao hơn với cùng dòng ra
- Váy được gắn vào để tăng chiều cao nâng

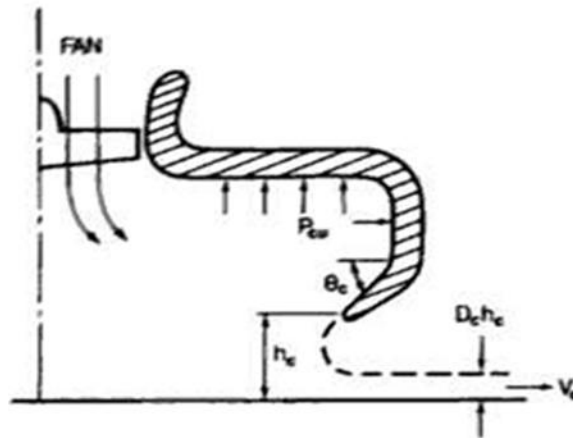
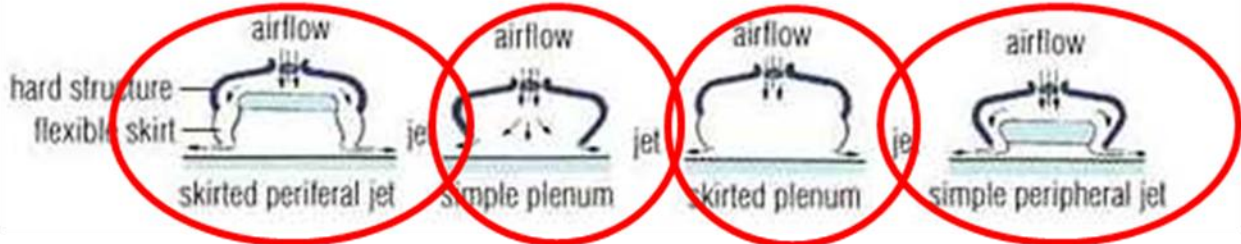


Fig. 8.1 Geometry of a simple plenum chamber. (Reproduced with permission from *Hovercraft Design and Construction* by G.H. Elsley and A.J. Devereux, copyright © by Elsley and Devereux 1968.)



Hệ thống váy cứng (SES)

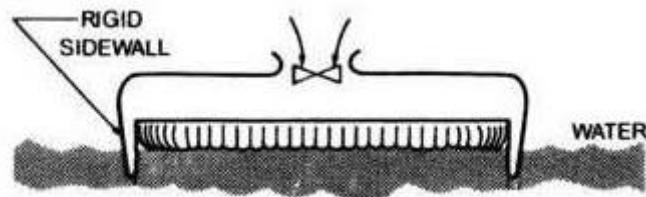
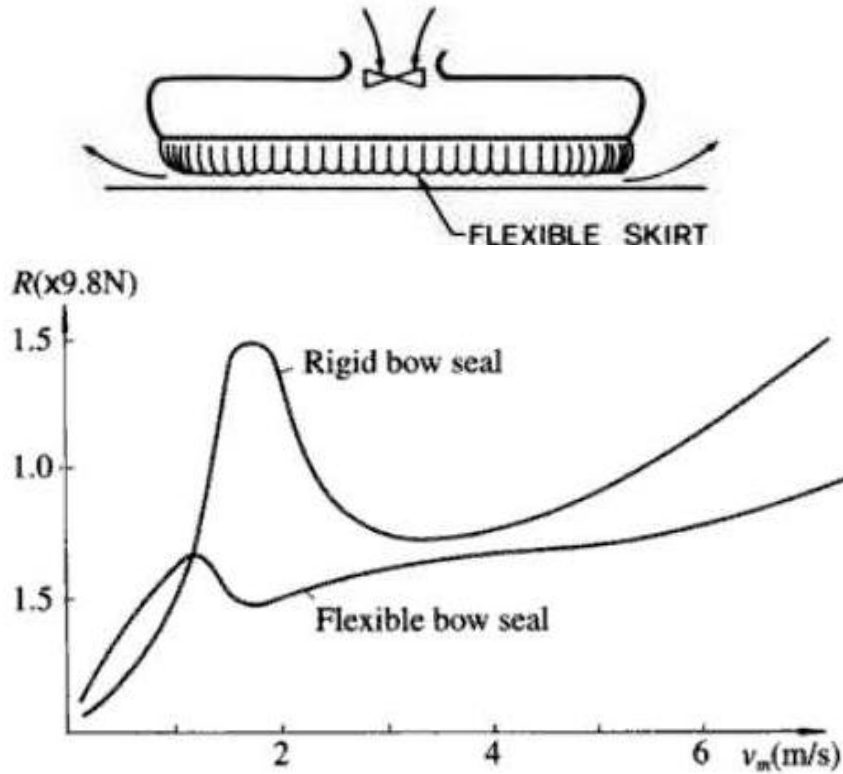


Table 12.2 Flow coefficient for various Hovercraft

Craft	Country	Type	Cushion length l_c (m)	Cushion area S_c (m ²)	Craft weight W (t)	Cushion pressure p_c (N/m ²)	Flow rate Q (m ³ /s)	\bar{Q} bar
HM.216	UK	SES	11.95	58.29	18.38	3570	29.80	0.0067
HM.218	UK	SES	14.39	70.19	27.30	3390	21.50	0.00412
HM.221	UK	SES	17.44	85.07	37.20	3339	26.80	0.00427
713	China	SES	17.5	87.30	28.00	3200	50.00	0.008
711-IIA	China	ACV	10.09	52.32	6.40	1290	51.70	0.0217
SR.N6	UK	ACV	14.8	78.00	10.00	1280	75.10	0.0213
SR.N4	UK	ACV	39.7	780.00	200.00	2570	453.40	0.00906
JEFF (A)	USA	ACV	28.0	335.00	157.00	4690	362.70	0.0124

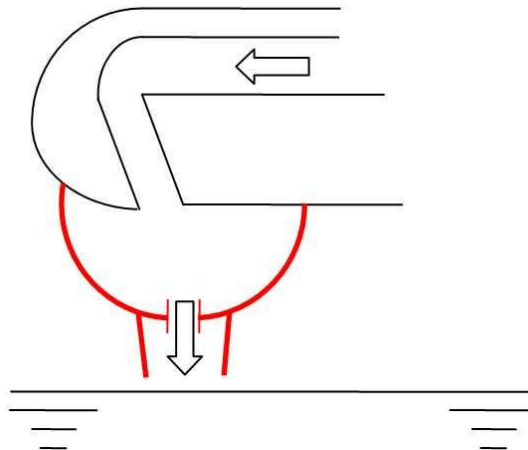
Hệ thống váy mềm (ACV)



- Giảm đáng kể công suất nâng
- Vượt chương ngại dễ dàng
- Khả năng lưỡng cư thực thụ
- Sức cản trên nước tĩnh giảm, đặc biệt tại tốc độ “vượt đỉnh” (hump speed)
- Khả năng điều khiển được cải thiện bằng cách nâng và dịch chuyển váy
- Cải thiện tính an toàn nhờ khả năng theo sóng

→ Kết hợp váy túi căng - ngón làm tăng độ cứng nâng

Blown Bag & Finger skirt



Tính toán lực nâng & áp suất:

Số liệu ban đầu:

- Khối lượng tổng cộng của tàu, $W = 451 \text{ kg}$;
- Chiều dài đệm khí, $B_c = 1.818 \text{ m}$;
- Chiều dài đệm khí, $L_c = 3.818 \text{ m}$;
- Bề dày dòng khí, $t = 0.007 \text{ m}$;
- Khe hở thoát khí, $h = 0.016 \text{ m}$;
- Khối lượng riêng không khí, $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$;
- Góc $\theta = 45^\circ$;
- Hiệu suất quạt nâng, $\eta_F = 0.8$.
- Diện tích đệm khí, $S_c = 6.2 \text{ m}^2$.
- Chu vi đệm khí $P = 10.6 \text{ m}$.

Áp suất đệm khí được xác định:

$$p_c = \frac{Wg}{(yP + A)} = \frac{Wg}{(y \times 2 \times (L_c + B_c) + L_c B_c)} = 619.126 \text{ N/m}^2$$

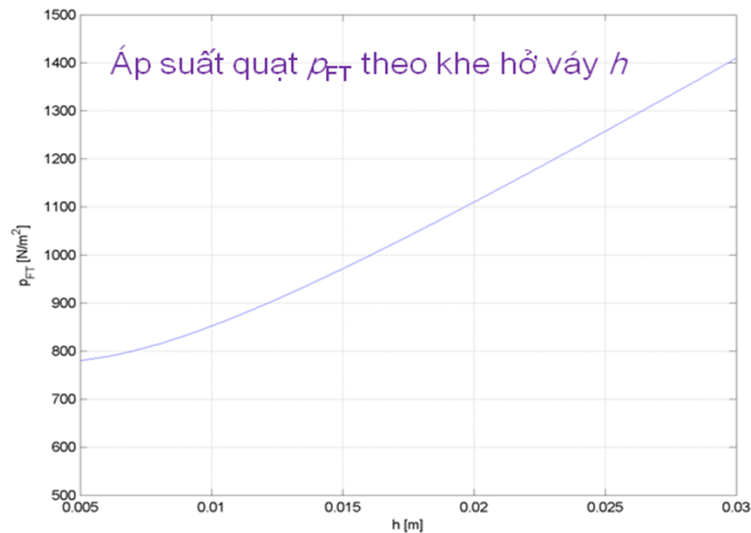
Lý thuyết dòng phụt dầy

$$p_T = \frac{p_c}{1 - e^{-2x}} = \frac{p_c}{1 - e^{-2[\frac{t}{h}(\cos\theta + 1)]}}$$



Áp suất toàn thể của quạt (hiệu suất thủy lực 80%)

$$P_{FT} = \frac{P_T}{0.8}$$



Việc chọn áp suất đệm khí quyết định bởi:

- Yêu cầu về diện tích boong;
- Yêu cầu về công suất tổng nhỏ nhất;
- Yêu cầu về độ cứng nhồi (Heave stiffness) thấp ← tàu hoạt động êm ái.

Craft	Country	Type	Cushion length l_c (m)	Cushion area S_c (m ²)	Craft weight W (t)	Cushion pressure p_c (N/m ²)	Flow rate Q (m ³ /s)
HM.216	UK	SES	11.95	58.29	18.38	3570	29.80
HM.218	UK	SES	14.39	70.19	27.30	3390	21.50
HM.221	UK	SES	17.44	85.07	37.20	3339	26.80
713	China	SES	17.5	87.30	28.00	3200	50.00
711-IIA	China	ACV	10.09	52.32	6.40	1290	51.70
SR.N6	UK	ACV	14.8	78.00	10.00	1280	75.10
SR.N4	UK	ACV	39.7	780.00	200.00	2570	453.40
JEFF (A)	USA	ACV	28.0	335.00	157.00	4690	362.70

TĐK nhỏ thống kê được có mức dao động áp suất đệm khí từ 45-100 N/m².

Chú ý:

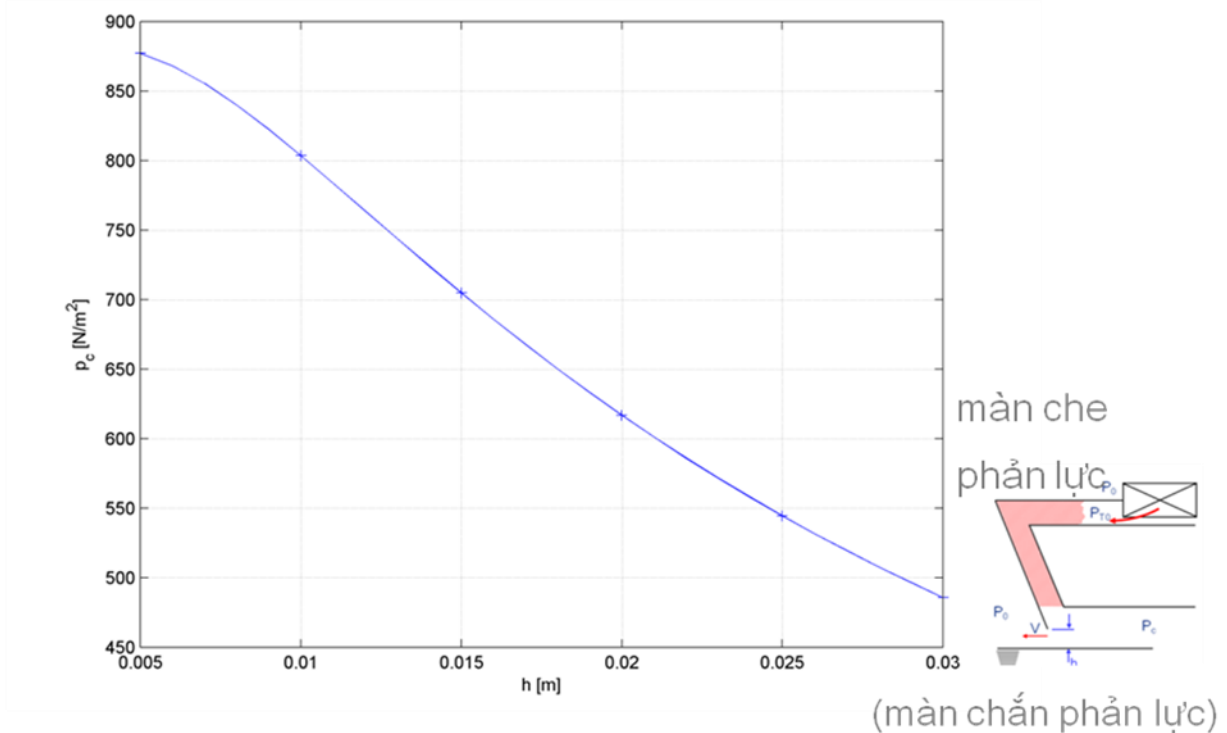
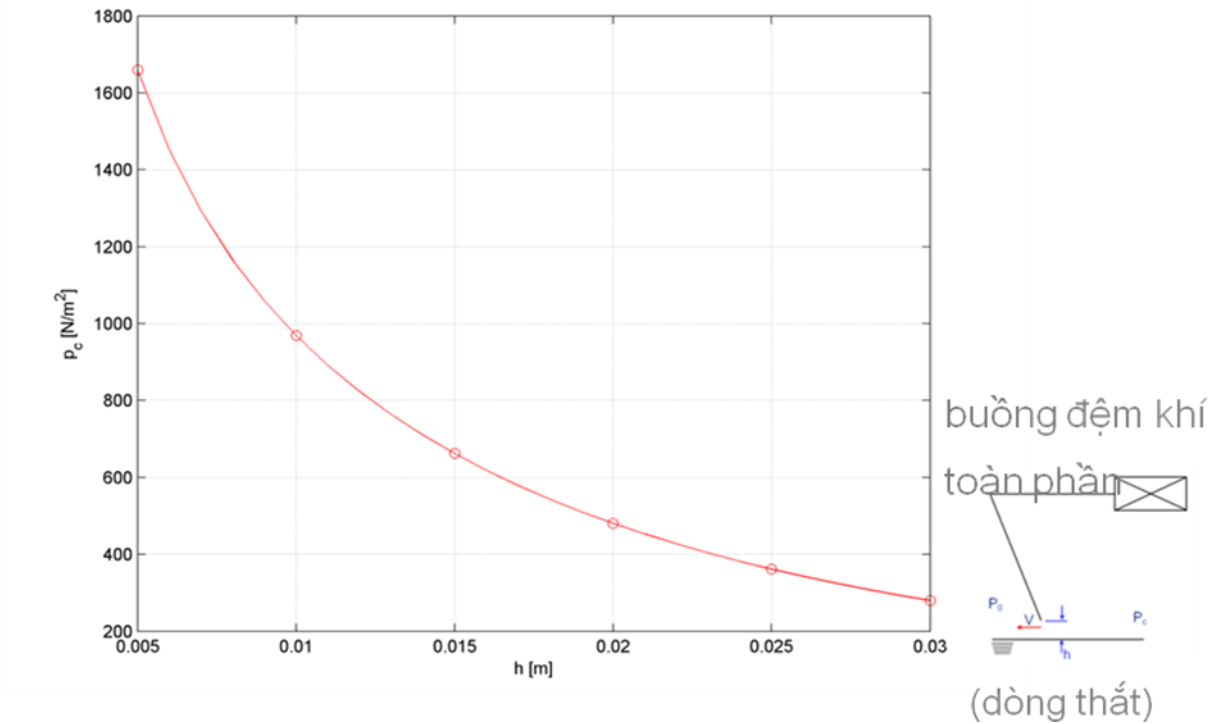
- Áp suất đệm khí liên quan đến chiều dài tàu
- Tàu đệm khí vảy cứng có yêu cầu công suất quạt nâng nhỏ hơn

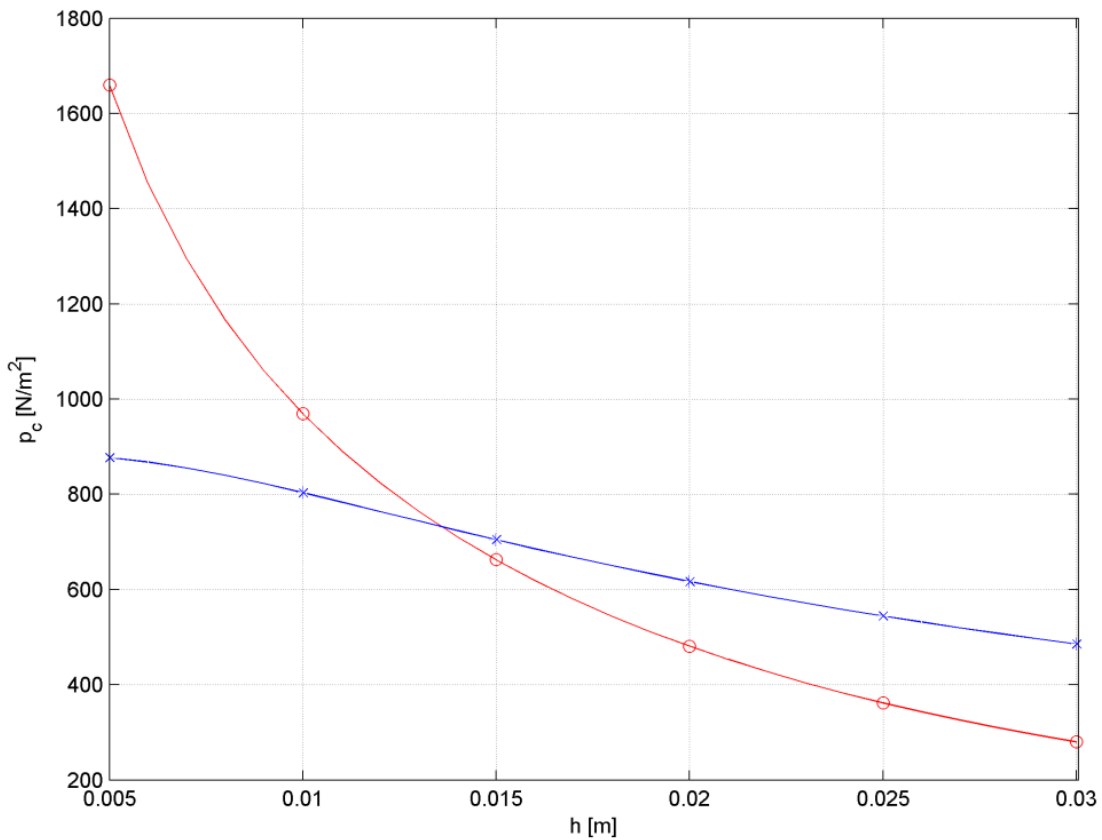
Xác định công suất quạt nâng:

- Chọn áp suất đệm khí, p_c , theo trọng lượng tàu & diện tích đệm khí
- Chọn chiều cao nâng, h
- Xác định lưu lượng, Q , & áp suất dòng tổng cần thiết, p_T

- Đối chiếu áp suất dòng tổng, p_T , với áp suất quạt nâng, p_{T0} tức là kể đến tổn thất do đạo lưu
- Công suất quạt nâng $P_F = Q \times p_{T0} / \eta_F$

Khảo sát p_c với khe hở vảy thay đổi $h = 0.005 - 0.03$ m





→ Tàu đệm khí sử dụng màn chắn phản lực có độ cứng nhò thấp hơn tàu đệm khí có buồng đệm khí toàn phần

Lưu lượng cần thiết :

$$Q = C_D P h \sqrt{\frac{2p_c}{\rho}}$$

Trong đó: C_D thường lấy từ 0.015-0.05 cho tàu đệm khí cỡ nhỏ

Với tàu đệm khí cỡ nhỏ, có thể tính:

$$Q = V_c D_c h P$$

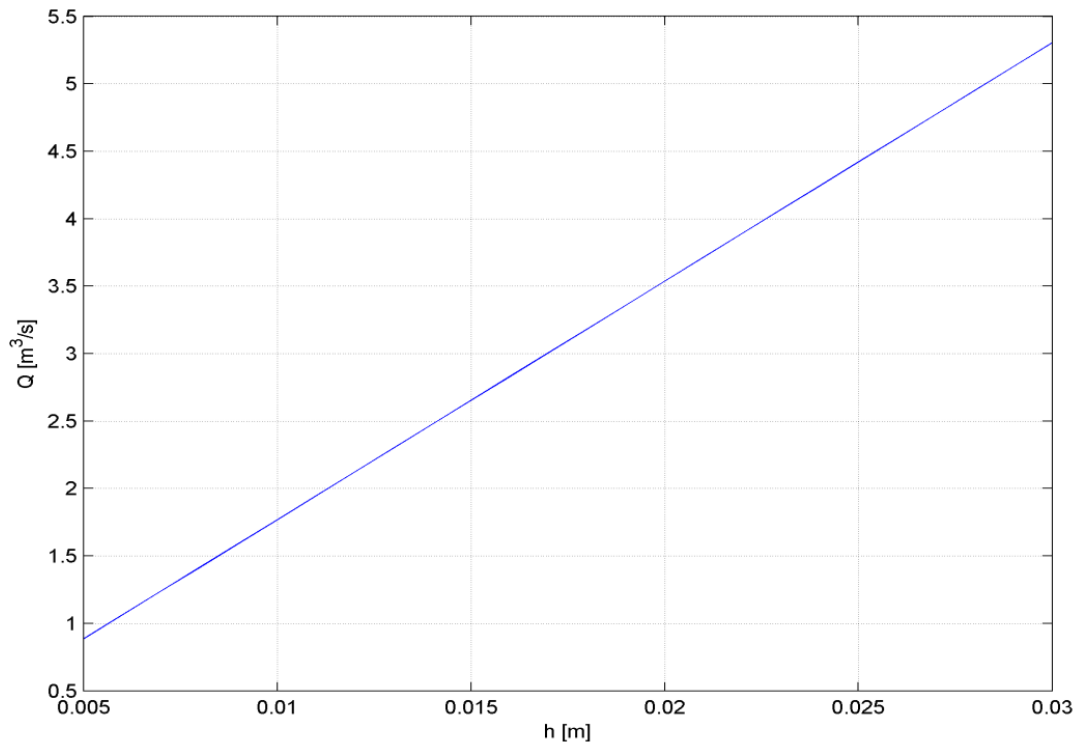
Trong đó: $V_c = \sqrt{\frac{2p_c}{\rho}}$ vận tốc thoát khí;

D_c hệ số thoát khí, = 0.53

$$\rightarrow 0.015 \times S_c \sqrt{\frac{2p_c}{\rho}} \leq V_c D_c h P \leq 0.05 \times \sqrt{\frac{2p_c}{\rho}}$$

$$18.5 \leq h \leq 61.7$$

Đặc tính lưu lượng theo khe hở vảy



Ta chọn $h = 20 \text{ mm}$

$$\rightarrow Q = 3.526 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\rightarrow p_T = 887.9 \text{ N/m}^2$$

Xét đến tổn thất áp suất quạt nâng ($k = 0.30$): $p_{T0} = 1.3 \times p_T = 1154.3 \text{ N/m}^2$

Công suất quạt nâng

$$\begin{aligned} P_F &= Q \times p_{T0} / \eta_F \\ &= 3.526 \times 1154.3 / 0.8 \end{aligned}$$

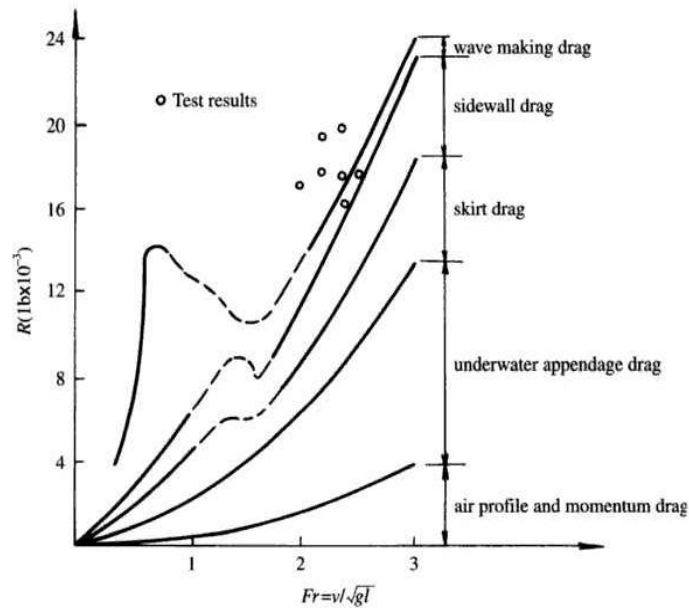
$$P_F = 5087.577 \text{ W}$$

- Khi tăng chiều cao thoát khí thì lưu lượng do quạt nâng cung cấp cũng phải tăng theo để đảm bảo cho áp suất đệm khí không thay đổi
- Việc này đòi hỏi công suất động cơ cho quạt nâng cũng tăng theo. Bù lại, tàu sẽ giảm được ma sát bề mặt, dễ vượt chướng ngại vật.

2.5. Hệ thống đẩy

Các lực cản tác dụng lên tàu đệm khí:

- lực cản sóng;
- lực cản hình dạng;
- lực cản động lượng;
- lực cản do ma sát ướt.



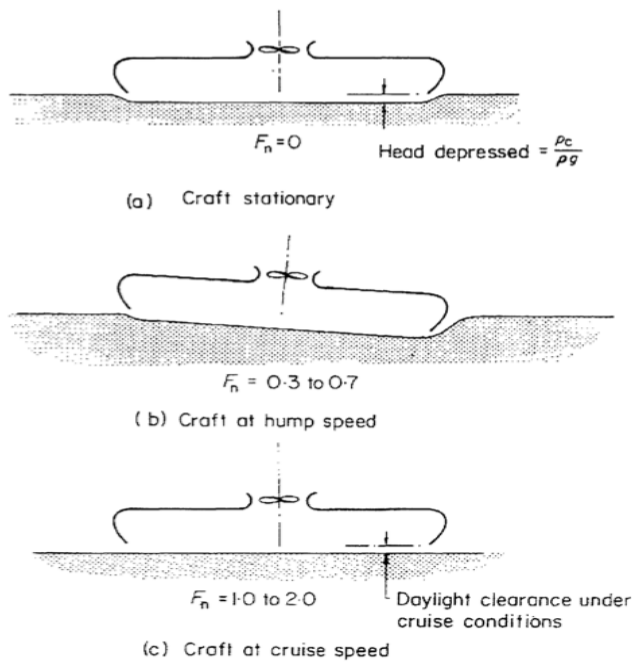
Ảnh hưởng trong quá trình chuyển động của tàu

- Khối nước bị đẩy về phía trước tạo sóng
- Lực cản sóng max khi đạt tốc độ lướt
- Sau khi đạt tốc độ lướt lực cản sóng giảm đáng kể

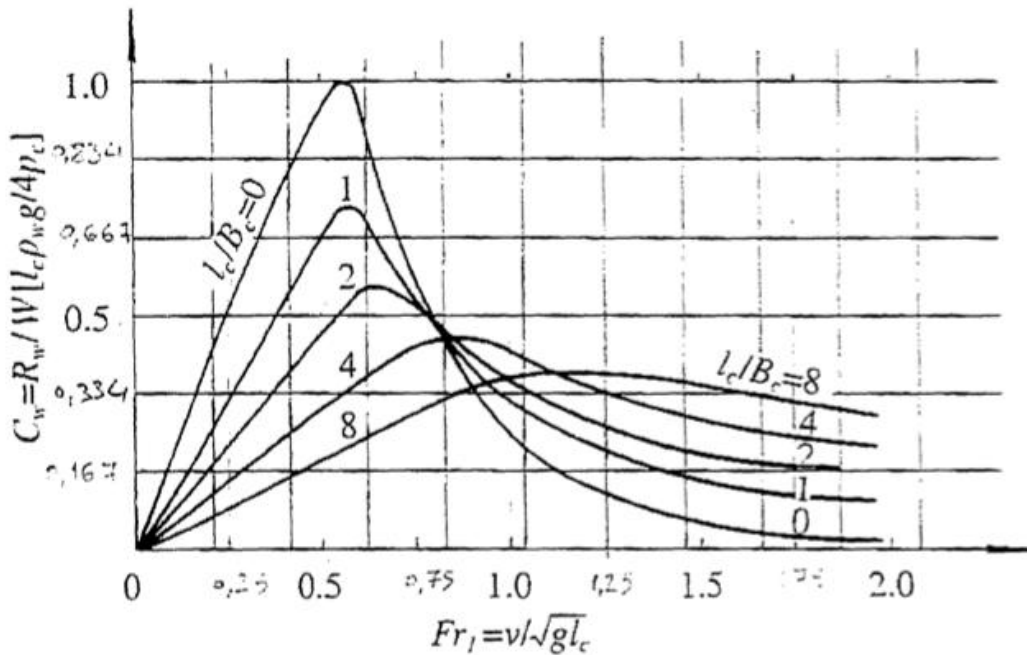
$$D_w = 2 \cdot p_c^2 \cdot \frac{S_c}{\rho_{sw} \cdot L_c \cdot g} \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{1}{Fr^2} \right) \right)$$

Hệ số Froude: $Fr = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_c}}$

V_s (m/s)	4	8	12	16	20	24	28
Số Froude	0.629	1.259	1.888	2.518	3.148	3.777	4.407

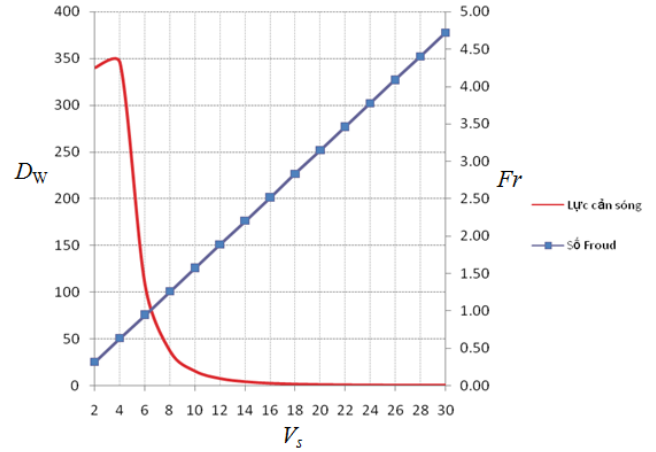
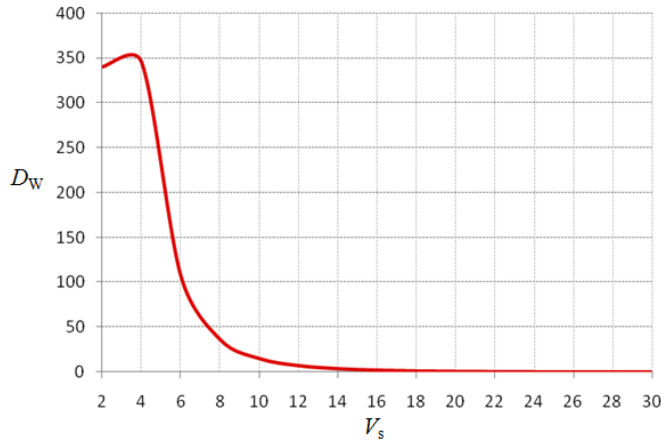


Lực cản sóng ở các tỉ số L_c/B_c

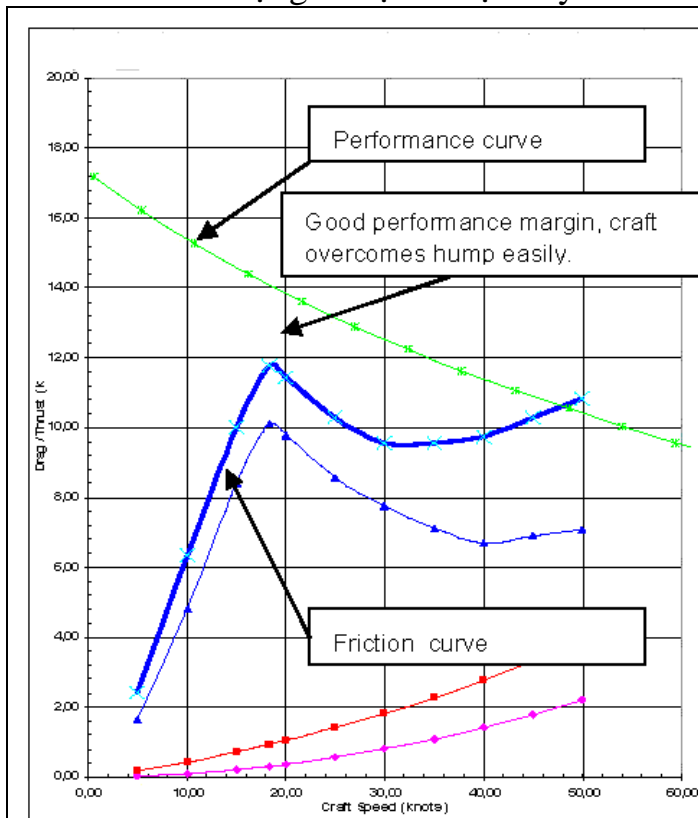


- L_c/B_c ảnh hưởng mạnh đến lực cản tạo sóng;
 - L_c/B_c nhỏ, lực cản sóng cao ở vận tốc thấp NHƯNG thấp ở vận tốc cao
 - L_c/B_c cao, lực cản sóng thấp ở vận tốc thấp, NHƯNG lực cản sóng sẽ bắt đầu tăng lên khi vận tốc tăng
- Tốc độ vượt đỉnh (hump speed) thường xảy ra ở tốc độ thấp khoảng 15 – 22 km/h

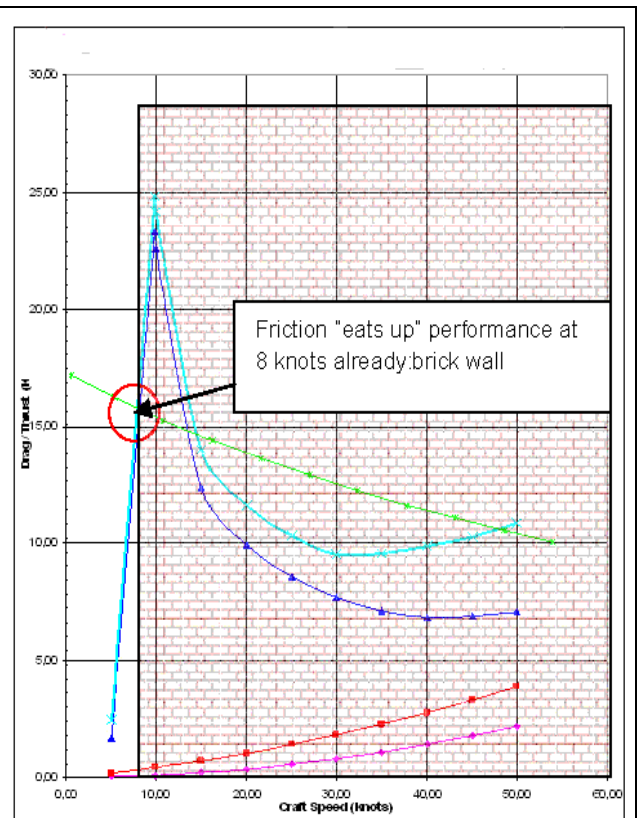
Lực cản sóng theo vận tốc tàu



- Phần lớn các thiết kế tàu đệm khí không thể vượt qua lực cản ở đỉnh (ngay cả trong điều kiện thời tiết vừa phải và động cơ hoạt động đủ công suất).
- Cần có một giới hạn về lực đẩy



Tàu có thiết kế tốt



Tàu đệm khí có công suất đẩy không vượt qua vận tốc đỉnh → thiết kế tồi

Lực cản hình dạng khí động

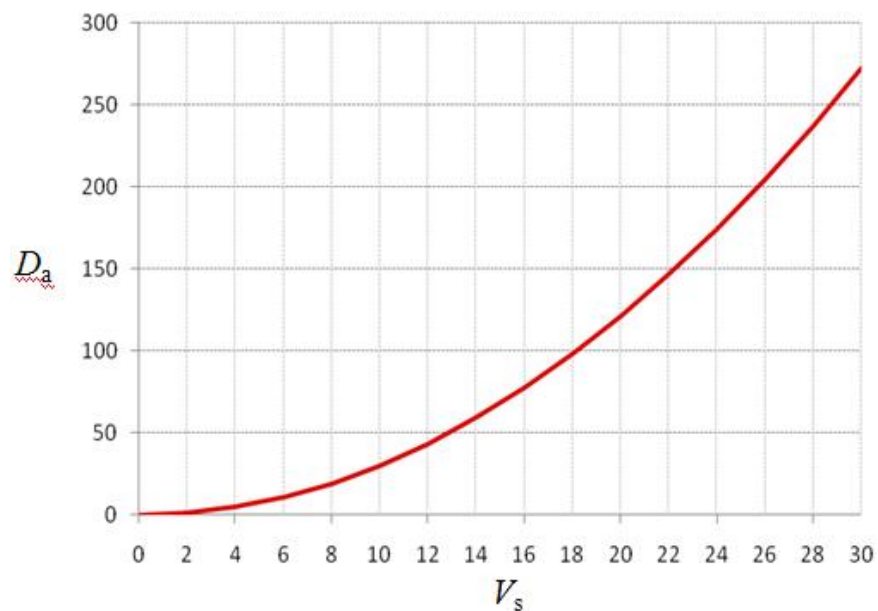
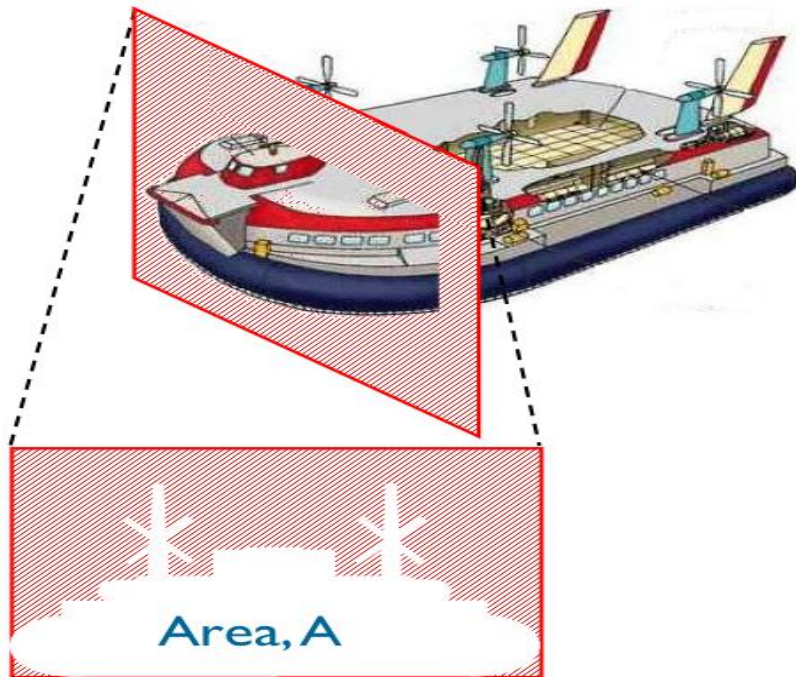
$$D_a = \frac{1}{2} \cdot C_a \cdot \rho_a \cdot S_a \cdot v_s^2$$

Trong đó: C_a - hệ số lực cản khí động

S_a - diện tích phần trước của tàu theo hướng vận tốc

ρ_a - khối lượng riêng của không khí

V_s - vận tốc tàu



C_a tùy thuộc:

- Vào hình dáng khí động của tàu
- Thực nghiệm từ hầm gió (wind tunel)
- = 0.4 – 0.8 (0.4 → thiết kế khí động tốt)

Lực cản động lượng

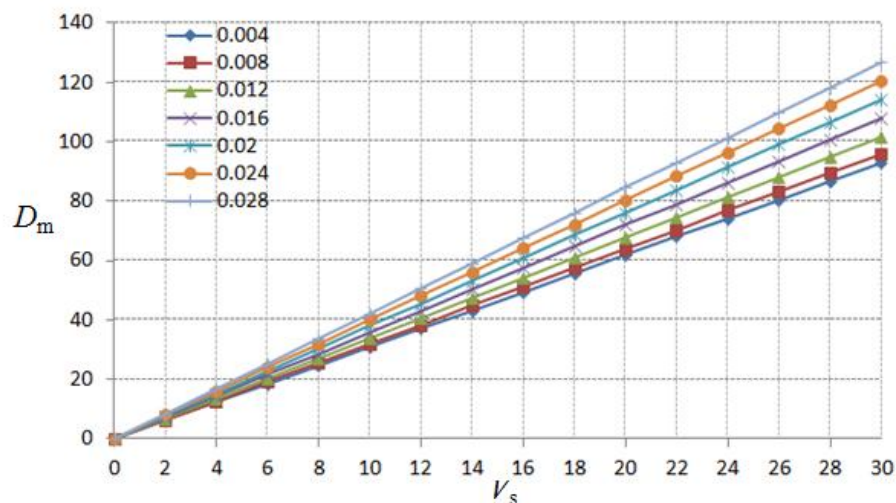
$$D_m = Q \cdot \rho_a \cdot v_s$$

Trong đó: Q - lưu lượng quạt nâng

ρ_a - khối lượng riêng của không khí

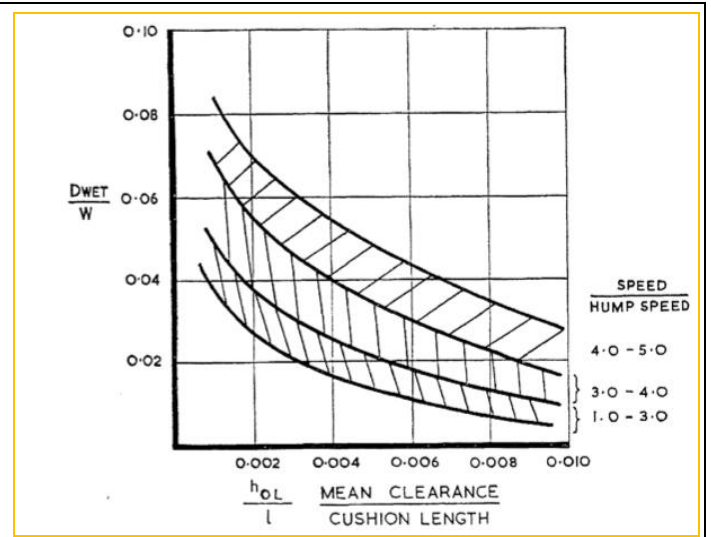
v_s - vận tốc tàu

- Lực cản động lượng D_m thay đổi theo vận tốc với độ cao hỏ h khác nhau
- Quạt nâng hoạt động càng mạnh thì D_m càng tăng



Lực cản do ma sát ướt

- Thân tàu tiếp xúc nước
- Váy đệm khí chạm nước
- Bụi nước

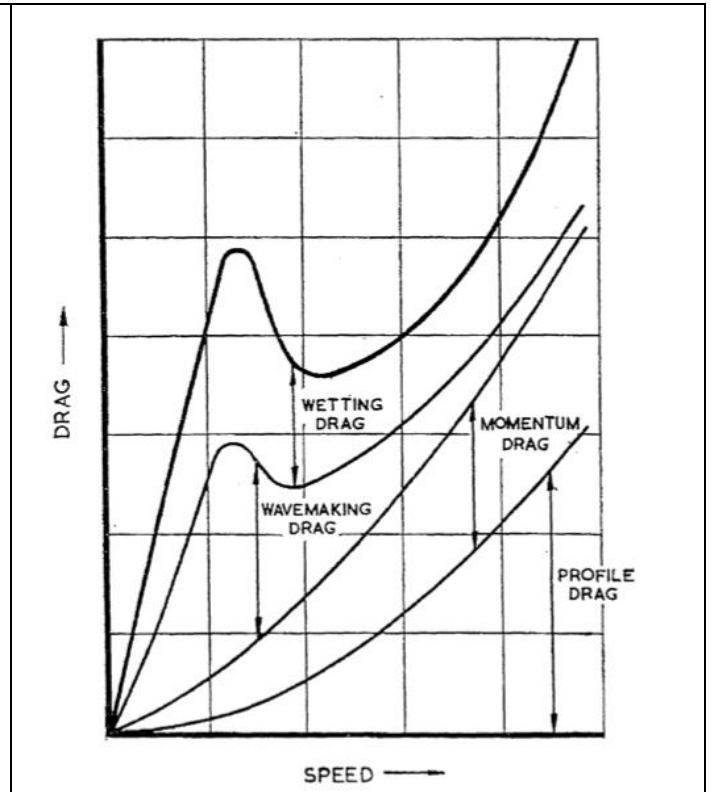
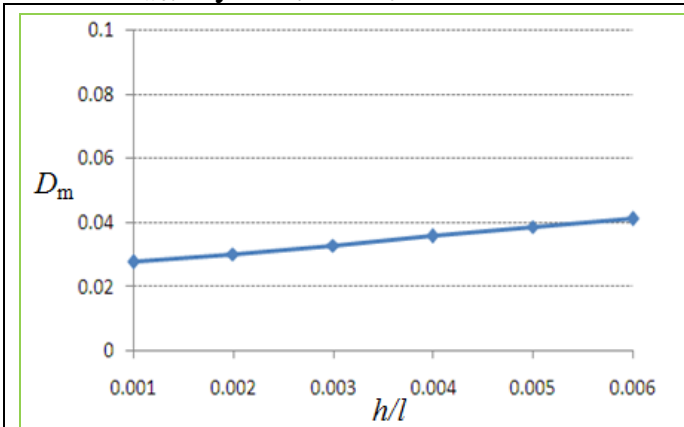


Lực cản ướt phụ thuộc:

- Độ hở tàu so với mặt thoáng (cao \rightarrow D_{wet} sẽ giảm NHƯNG D_m tăng)
- Cần min($D_{wet} + D_m$)
- D_{wet} phụ thuộc: kích thước tàu, hình dạng, thiết kế váy, p_c , h/L_c

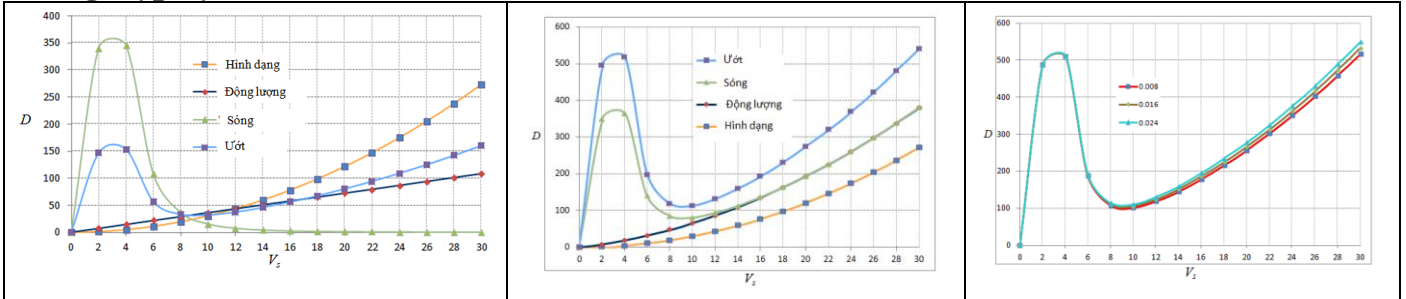
Tương quan lực cản

- Cũng như D_a , D_{wet} có thể chiếm tối đa lên đến 30% tổng lực cản
- D_{wet} ảnh hưởng nhiều hơn khi có sóng
- D_{wet} tùy thuộc h/L_c



Từ D_{wet} & $D_m \rightarrow$ chọn khe hở thoát khí lý tưởng: $h = 0.016$ mm

Tổng hợp lực cản:



- $\rightarrow D_w$ đáng kể \rightarrow cần giảm $p_c \rightarrow$ tàu phải nhẹ !
- \rightarrow Ở $V = 20$ m/s: $D = 283$ N; $V = 5$ m/s: $D > 500$ N !

Dựa vào lưu lượng quạt nâng, công suất quạt nâng & đồ thị lực cản, chọn điểm hoạt động lý tưởng của tàu : $V_s = 20$ m/s = 72 km/h, $h = 0.02$ m,

\rightarrow lưu lượng $Q = 3.526$ m³/s,

\rightarrow công suất $P_F = 5087.577$ W # 6.9 HP, lực cản $D = 283.27$ N

Ở vận tốc thấp (2-5 m/s) D lớn & $D_{max} = 521$ N tại $V = 4$ m/s (14.4 km/h)

(gần với thực tế 15 – 22 km/h (8 – 12 knots)).

D_{min} tại $V = 10$ m/s sau đó D tăng trở lại !

- \rightarrow Cần kiểm chứng thử nghiệm D_{max}
- \rightarrow Phương án giảm lực cản:
 - Tối ưu khoảng hở tối ưu: $\min(D_m + D_{wet})$
 - Tối ưu L_c, B_c (ảnh hưởng đến số Froude), giảm khối lượng tàu (nhằm giảm D_w)
 - Thiết kế cabin thon gọn (stream) nhằm giảm D_a

Lực đẩy

- Dùng chong chóng đẩy;
- Bố trí ống đạo lưu tăng hiệu suất (10-15%)

Thực tế:

- Khe hở đạo lưu: 3-5mm, ống dài 500 mm
- Vị trí chong chóng: 170-200 mm từ mép vào đạo lưu
- Lực đẩy: 18-27 N/HP hay 24-36N/kW

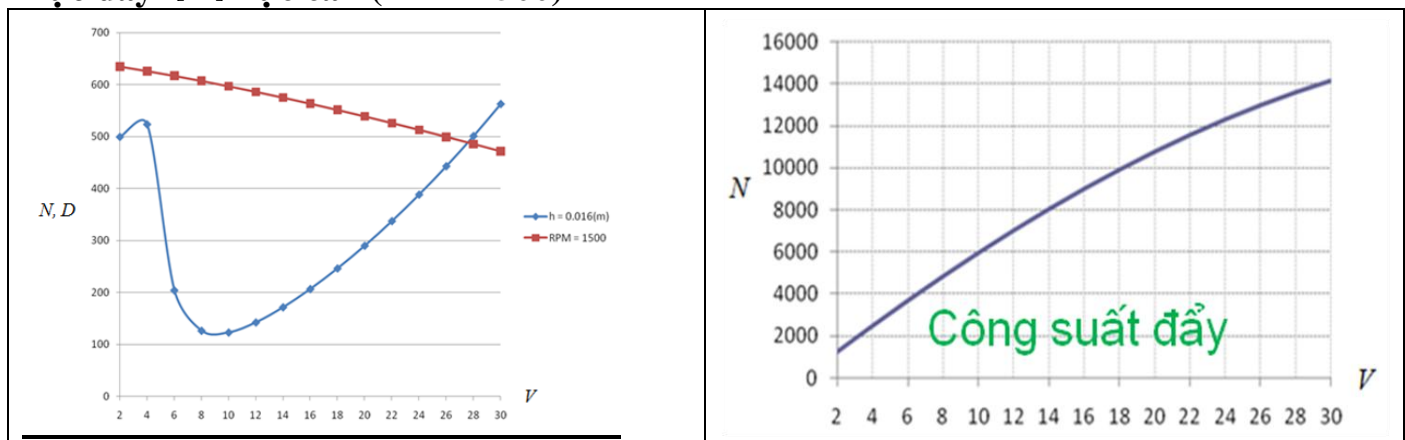
Tính toán chong chóng dựa trên lý thuyết động lượng (Froude, mở rộng), lý thuyết phân tử cánh \rightarrow Bộ môn Kỹ thuật Hàng không

Lực đẩy, công suất, moment xoắn (RPM1350, 1400, 1450, 1500)

❖ **Tại RPM = 1500**

Vận tốc (m/s)	Lực đẩy (N)	Công suất (W)	Torque (N)
4	625.70	2502.8	94.524
8	606.75	4854.0	100.25
12	585.80	7029.6	105.93
16	563.01	9008.2	111.38
20	538.59	10772.0	116.42
24	512.70	12305.0	120.85
28	485.52	13595.0	124.50

Lực đẩy → ← lực cản (RPM 1500)



Tại 20m/s: $P = 10772 \text{ W} \# 14.44 \text{ HP}$

Lực đẩy thiết kế

Tại đỉnh sức cản		Tại điểm thiết kế		
Lực đẩy (N)	Lực cản (N)	Lực đẩy (N)	Lực cản (N)	Công suất đẩy (HP)
625.7	521.00	538.59	283.27	14.44

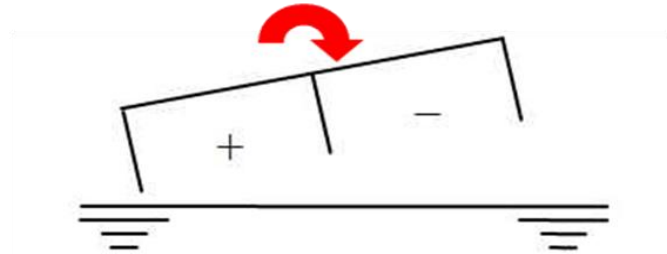
Công suất tổng (NÂNG + ĐẨY)

$$P_{\text{total}} = P_F + P = 6.9 + 14.44 = 21.34 \text{ HP}$$

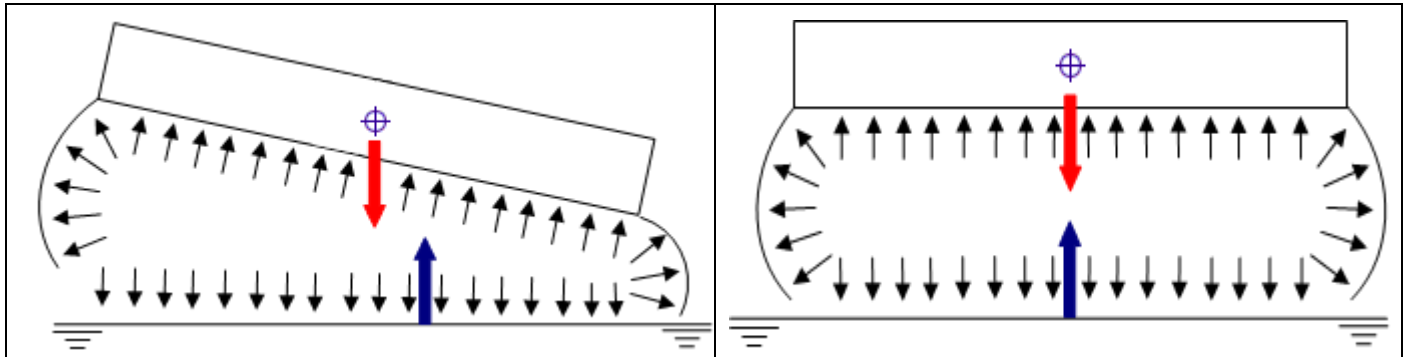
2.6. Ổn định

Quạt nâng cung cấp khí, quan hệ dòng khí ra và khe hở vảy khí đảm bảo ổn định đứng Tuy nhiên, đối với ổn định dọc và ngang cần lưu ý:

- Chia khoang đệm khí



- Các thay đổi hình học của vảy



- Sức nổi

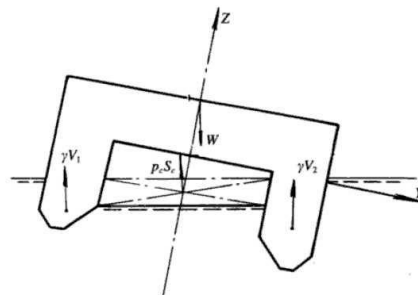


Fig. 4.1 Forces acting on SES due to heeling (sidewall emergence has not occurred).

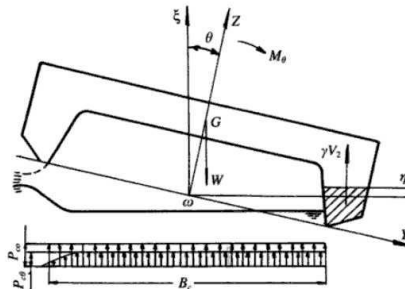


Fig. 4.2 Forces acting on SES due to heeling (one of the sidewalls has emerged).

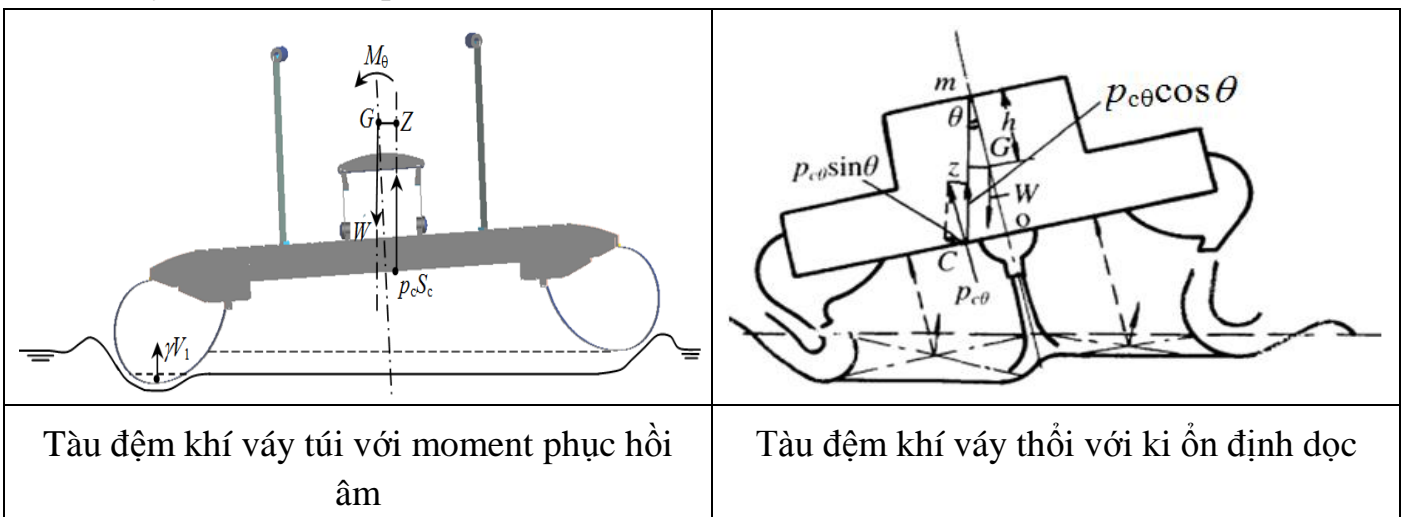
- Dịch chuyển của nhiên liệu/nước dằn

Chia khoang đệm khí

Tàu đệm khí thông thường sẽ không có moment phục hồi từ chính đệm khí khi tàu nghiêng (trừ loại váy phụt, khi đó ở phần mạn đi lên lực phục hồi giảm và ở phần mạn đi xuống lực này tăng).

Nguyên nhân: do tàu có khoang váy duy nhất (không có ki ỏn định dọc - skirt longitudinal keel) có áp suất đệm khí không đổi theo chiều rộng tàu.

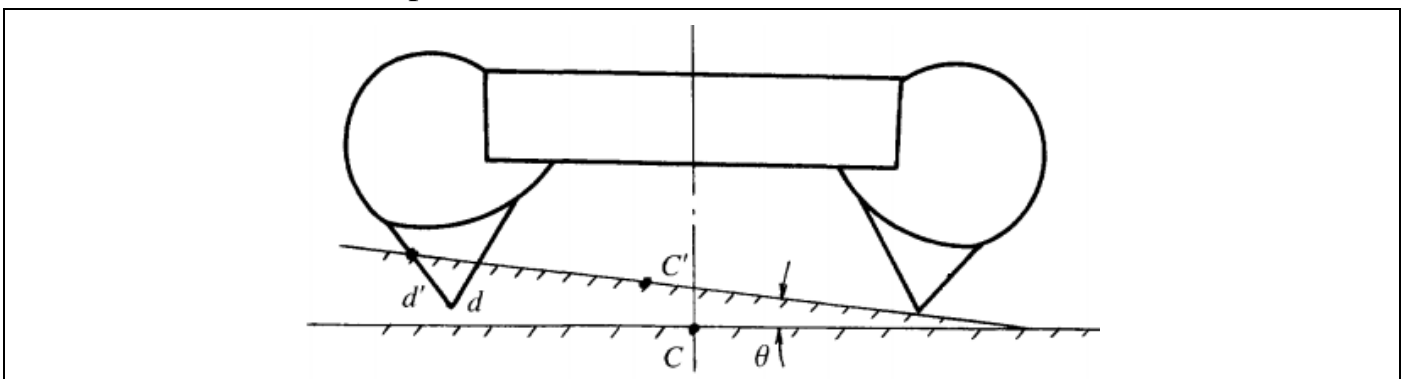
→ Một tàu đệm khí sẽ có moment phục hồi dương khi nghiêng chỉ khi tàu có ki ỏn định dọc để chia khoang đệm khí, hoặc có biến dạng hình học của túi khí (biến dạng theo phương ngang do tiếp xúc mặt thoáng), có tham gia của sức đẩy nổi của váy khi xem váy làm việc như phao nổi .



Dịch chuyển ngang của tâm đệm khí:

- Xét tàu đệm khí với váy dạng túi-ngón (bag-finger).

Khi tàu nghiêng góc θ , do dịch chuyển của điểm tiếp xúc ban đầu của váy với bề mặt (d) đến điểm tiếp xúc khi tàu nghiêng (d'), tâm đệm khí sẽ dịch chuyển về phía tàu bị nghiêng (từ C đến C') tạo moment phục hồi.



<p>Túi khí độc lập (kiểu JEFF)</p>	<p>Váy có trang bị hệ thống dịch chuyển ngang</p>

Trong trường hợp không có ki ổn định dọc: Các giả thuyết

Tính toán ổn định ngang của tàu đệm khí trên nước khá phức tạp do mặt nước bị biến dạng.

→ Đưa về trường hợp tính trên mặt cứng, sau đó sẽ thực hiện điều chỉnh để kể đến biến dạng mặt nước nhờ thực nghiệm.

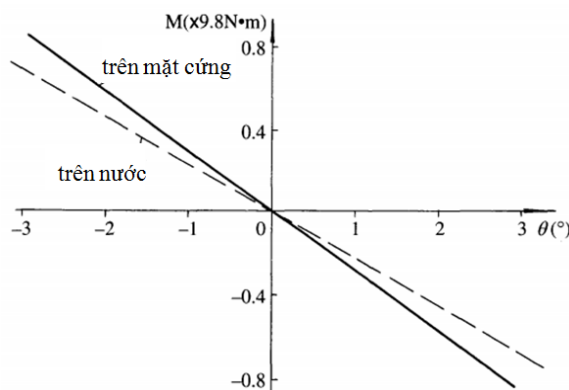
Vì tàu đệm khí được đỡ trên mặt cứng nên các ảnh hưởng thủy động lực học lên váy & biến dạng váy được bỏ qua.

→ Váy được xem không bị biến dạng hoặc rất nhỏ, áp suất đệm khí được xem là phân bố đều theo phương ngang.

Chiều cao ổn định tương đối ban đầu

Tàu đệm khí không có ki ổn định dọc vẫn có khả năng có moment phục hồi dương khi tàu bị nghiêng (với một góc nghiêng nhỏ, tâm áp suất không thay đổi nhiều vì váy vẫn duy trì tiếp xúc với bề mặt cứng và bị biến dạng)

Đồ thị ổn định ngang tính tiêu biểu của TĐK không có ki ổn định dọc:



- Lý thuyết ổn định tàu với góc nghiêng nhỏ: chiều cao tâm nghiêng ngang được xem là đặc trưng ổn định của tàu.
- Đối với TĐK, tiêu chuẩn ổn định ngang có thể xác định bằng *khoảng dịch chuyển tương đối của tâm áp suất trên góc nghiêng đơn vị*:

$$\bar{S}_R = \frac{\Delta M / \Delta \theta}{W \times B_c}$$

Tiêu chuẩn này tương đương với *chiều cao tâm nghiêng tương đối* hay *chiều cao ổn định tương đối ban đầu*

$$\bar{h} = GM / B_c = \frac{\Delta M / \Delta \theta \times 57.3}{W \times B_c} = \bar{S}_R \times 57.3$$

Trong đó: GM - chiều cao tâm nghiêng ban đầu [m],
 ΔM - moment phục hồi [N.m],
 $\Delta \theta$ - góc nghiêng ngang (nhỏ) [°],
W - trọng lượng tàu [N],
 B_c - bề rộng đệm khí [m].

Thử nghiêng tàu

- Vị trí CG (chiều cao trọng tâm KG) rất quan trọng, có liên hệ với tâm nghiêng M và tâm nổi B.
- Xác định KG bằng thử nghiêng. Thử nghiêng tàu cần được thực hiện khi kiểm tra tính ổn định tàu. Sử dụng trọng vật w dịch chuyển một đoạn t , tàu nghiêng góc ϕ

$$GM = \frac{wt}{W \tan \phi}$$

Cách làm: Sử dụng nhiều trọng vật dịch chuyển, dựng đồ thị *Moment nghiêng - Góc nghiêng* và xác định độ dốc.

$$slope = \frac{moment\ nghiêng}{\tan \phi}$$

Và

$$GM = \frac{slope}{W}$$

Với KM có được từ các đường cong thủy tĩnh, chiều cao trọng tâm tàu được xác định:

$$KG = KM - GM.$$

Yêu cầu & Tiêu chuẩn ổn định

- Tiêu chuẩn đánh giá ổn định từ các quy phạm phân cấp và đóng tàu cao tốc trong đó có TĐK chưa được đề cập nhiều
- Ổn định của TĐK dưới 6 chỗ hoặc tải trọng thiết kế nhỏ hơn 500 kg phải đảm bảo được việc di chuyển của một người trên boong đến bất cứ mép nào của tàu sẽ không làm ngập nước đến boong

(New Zealand Maritime Rules, Part 40F – Design, Construction & Equipment – Hovercraft, 2011.)

- IMO khuyến cáo góc nghiêng tàu không được quá 8° trên nước tĩnh & có gió.
- Tài liệu [L. Yun & A. Bliault ; Kozalev BA] đề nghị đặc trưng ổn định của TĐK với bề rộng đệm khí lớn và ở góc nghiêng nhỏ kiểm soát như sau:

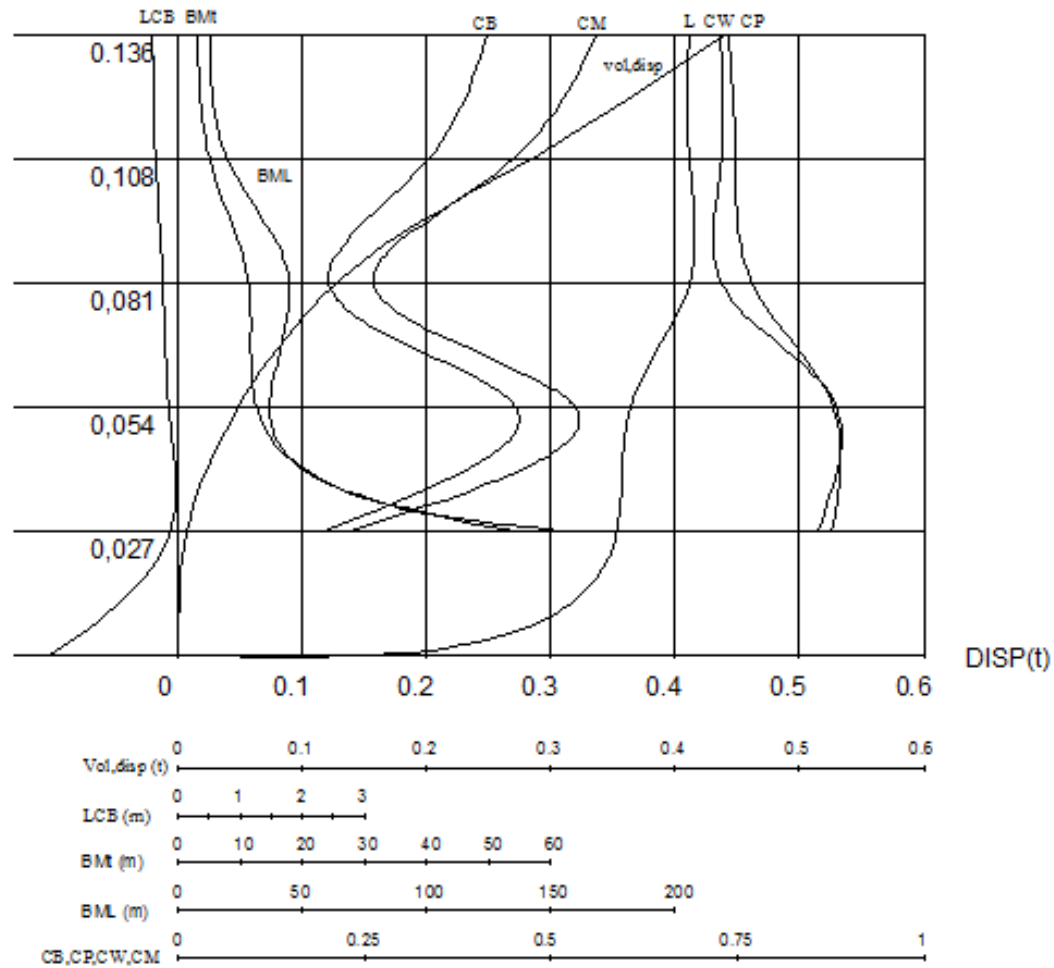
$$\bar{h} = GM / B_c \geq 0.3 \div 0.4$$

Kết quả

Tàu BAKVEE có các thông số chính sau:

- chiều dài tàu $L = 4.114$ m;
- chiều rộng tàu $B = 1.87$ m;
- chiều cao váy $H_{sk} = 0.3$ m;
- chiều chìm $T = 0.136$ m;
- lượng chiếm nước $\Delta = 427.4$ kg;
- số chỗ = 3;
- hệ số béo thể tích $C_b = 0.413$;
- áp suất đệm khí $p_c = 550.102$ N/m².

Các đường cong tính nổi (đường thủy tĩnh tàu) → đặc trưng hình học vỏ tàu đệm khí



Các trạng thái tính toán

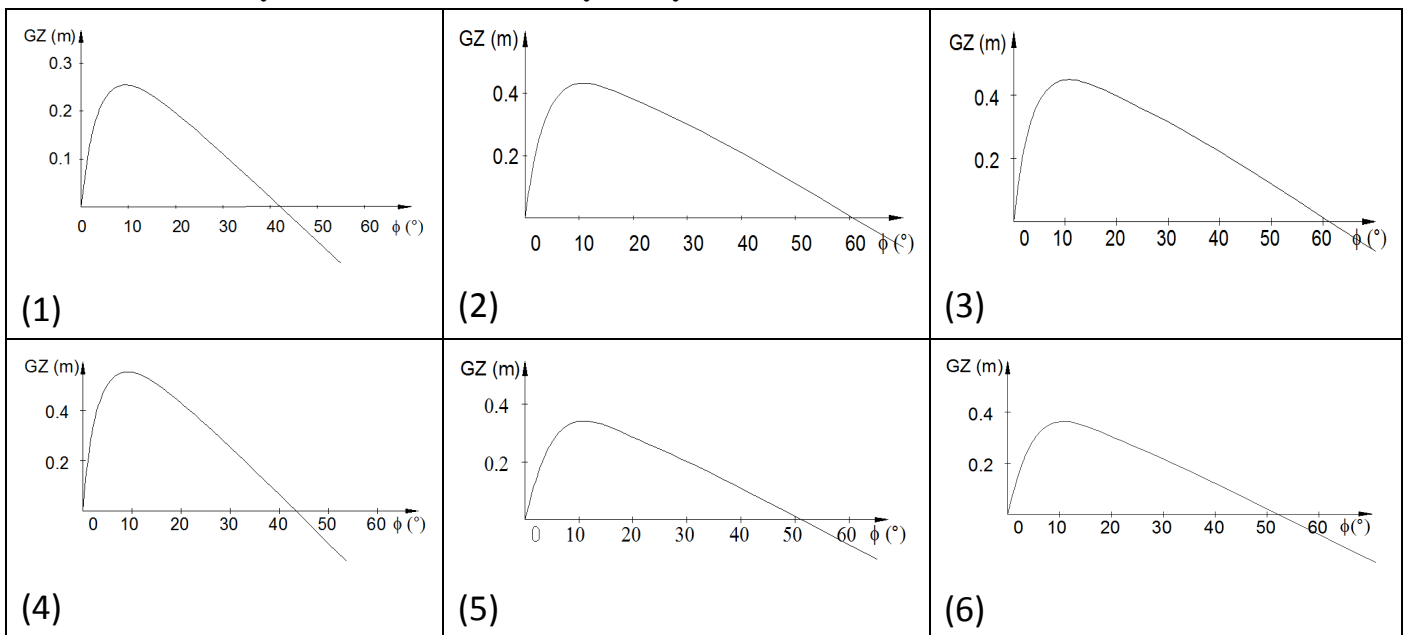
Tàu đệm khí được tính với nhiều trạng thái tải khác nhau:

- (1) chở đủ khách+100% dự trữ;
- (2) không khách+100% dự trữ;
- (3) không khách+10% dự trữ;
- (4) chở đủ khách+10% dự trữ;
- (5) chở một khách+100% dự trữ;
- (6) chở một khách+10% dự trữ.

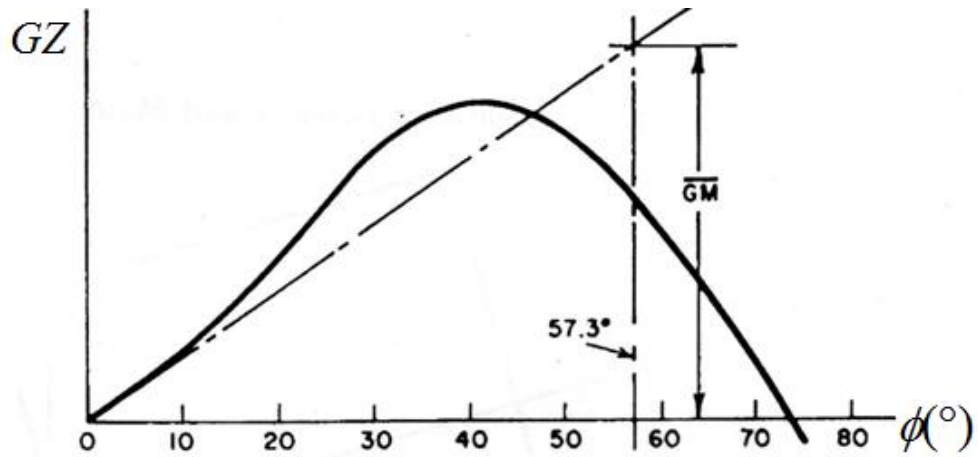
Bảng tính cân bằng và chiều cao ổn định ban đầu

Trạng thái	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Khối lượng W [kg]	427	294	275	408	361	341
Chiều cao tâm nổi trên đáy KB [m]	0.094	0.081	0.077	0.092	0.087	0.085
Chiều cao trọng tâm KG [m]	0.516	0.418	0.423	0.524	0.471	0.478
Chiều chìm d [m]	0.136	0.111	0.108	0.133	0.124	0.120
Chiều cao tâm nghiêng trên ki KM [m]	3.447	5.910	6.367	3.877	4.690	5.046
Chiều cao ổn định ban đầu GM [m]	2.922	5.492	5.944	3.344	4.209	4.557

Chiều cao ổn định ban đầu & đồ thị ổn định tĩnh



Chiều cao ổn định ban đầu GM được xác định bằng độ dốc đồ thị $GZ-\phi$ khi ϕ tiến tới 0, bằng chiều cao đường tiếp tuyến đo tại góc nghiêng $57.3^\circ (1 \text{ rad})$.



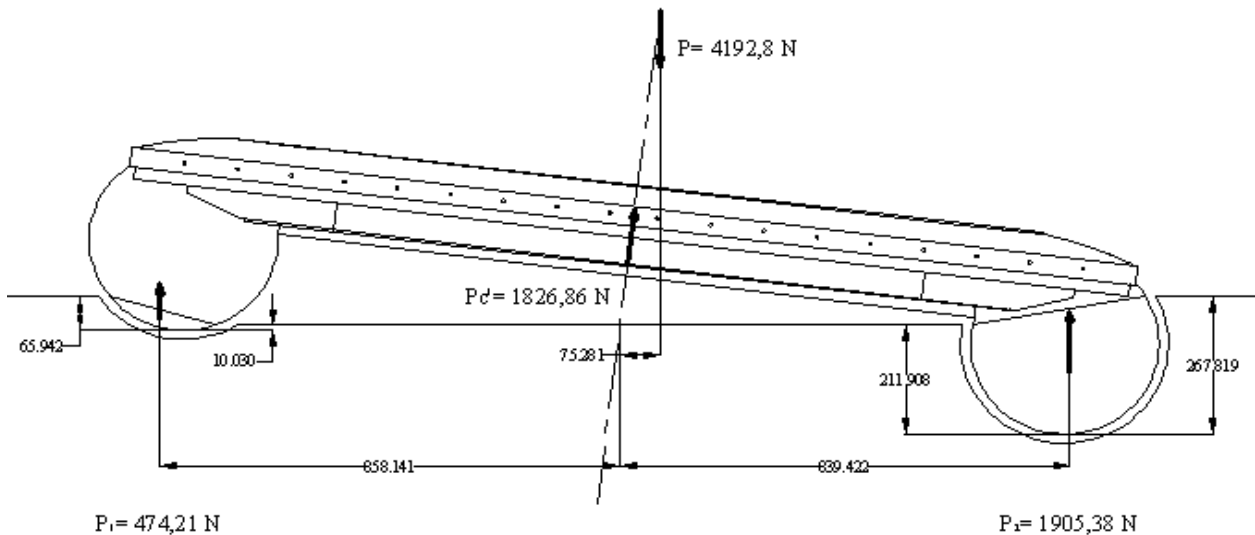
Độ lớn của GM phản ánh độ dốc của đường cong ổn định: GM càng lớn, moment phục hồi càng tăng nhanh giúp thiết lập nhanh trạng thái cân bằng.

Khi tắt váy, dùng Quy phạm phân cấp và đóng tàu cao tốc TCVN 6451-2004 để kiểm tra ổn định theo tiêu chuẩn.

→ Tàu BAKVEE thỏa điều kiện an toàn.

Tham gia của lực đẩy nổi

- TĐK mở váy & nổi trên nước tĩnh, $p_c = 550 \text{ N/m}^2$
 - Xét 4 trạng thái khi mở váy trên nước tĩnh với đầy đủ khách và 100% dự trữ: (1) không nghiêng; (2) nghiêng 3° ; (3) nghiêng 5° ; (4) nghiêng 7° .
 - Ta xét điều kiện khi áp suất váy giảm một nửa
- Phần váy sẽ đóng góp lực đẩy nổi, dẫn đến việc định mức nước trong & ngoài.



Bỏ qua dịch chuyển tâm đệm khí do tàu không có ki ổn định dọc, moment phục hồi đều lớn hơn moment nghiêng nên tàu có khả năng tự cân bằng trở lại.

- Ổn định tàu đệm khí liên quan đến: tình trạng tàu, môi trường dưới váy đệm khí, kết cấu phân khoang đệm khí, các thông số chính của tàu, áp suất khí trong váy, kết cấu váy,... nên việc đánh giá ổn định còn gặp khó khăn.
- Các mô hình đơn giản trong tính toán ổn định đã tạo được một khởi động tốt cho việc chế tạo các tàu đệm khí trong nước, trước hết là các tàu cỡ nhỏ (như Bakvee). Cách làm là vẫn bám theo các tính toán đã có đối với tàu nổi truyền thống. Việc này không phải lúc nào cũng thành công nên các mô hình tốt hơn cần được nhắm đến.
- Các thử nghiệm tàu đệm khí Bakvee trên mặt đất, mặt nước cũng chỉ mới bắt đầu gần đây nên chưa có nhiều thời gian kiểm nghiệm & điều chỉnh cả về mô hình tính lẫn thiết kế thực tế.
- Nghiên cứu ảnh hưởng đến ổn định của các thông số chính của tàu, phân khoang đệm khí, kết cấu váy khác nhau,... cần có các mô hình thực nghiệm nhằm hoàn thiện mô hình tính.
- Ổn định động của tàu đệm khí và các yếu tố ảnh hưởng đến nó cũng cần được nghiên cứu sâu thêm.

2.7. Thiết kế kết cấu

Theo cách làm truyền thống



- Chọn lựa vật liệu;
- Chọn lựa hệ số an toàn;
- Xác định các ngoại lực tác động lên vỏ tàu khi vận hành và sửa chữa;
- Phân tích kết cấu thân tàu trong các chế độ làm việc sau:
 - (a) khi đệm khí hoạt động;
 - (b) khi đệm khí không hoạt động (tắt váy);
 - (c) khi chằng buộc tại bến;
 - (d) khi nâng hạ tàu;
- Tối ưu hóa kích thước mặt cắt.




Lựa chọn cho tàu đệm khí BAKVEE : Hệ vật liệu FRP-xốp-ván ép

- ❖ nhẹ
- ❖ độ bền cao

Kết cấu thân tàu

Sandwich = lõi xốp XPS, mặt ván ép & lamina sợi thủy tinh (dạng roving)

		
<p>Thân tàu xốp XPS, sau sẽ phủ composite</p>	<p>Mặt boong phủ ván ép</p>	<p>Roving gia cường</p>

		
<p>Ski tàu (tăng khoang đệm khí)</p>	<p>Các bộ đỡ trên sàn</p>	<p>Định hình đạo lưu nâng</p>

Đặc trưng vật liệu

- Xốp Extruded Polystyrene Foam (XPS).

$\rho = 36.5 \text{ kg/m}^3$; $E = 3300 \text{ Mpa}$; $\nu = 0.3$; *Độ bền nén: 0.29 Mpa.*

- *Đặc trưng vật liệu của ván ép.*

$\rho = 615 \text{ kg/m}^3$; $E_1 = E_2 = 12.4 \text{ GPa}$; $G_{12} = 0.62 \text{ GPa}$; $\nu = 0.3$.

Độ bền chảy: 13.8 Mpa.

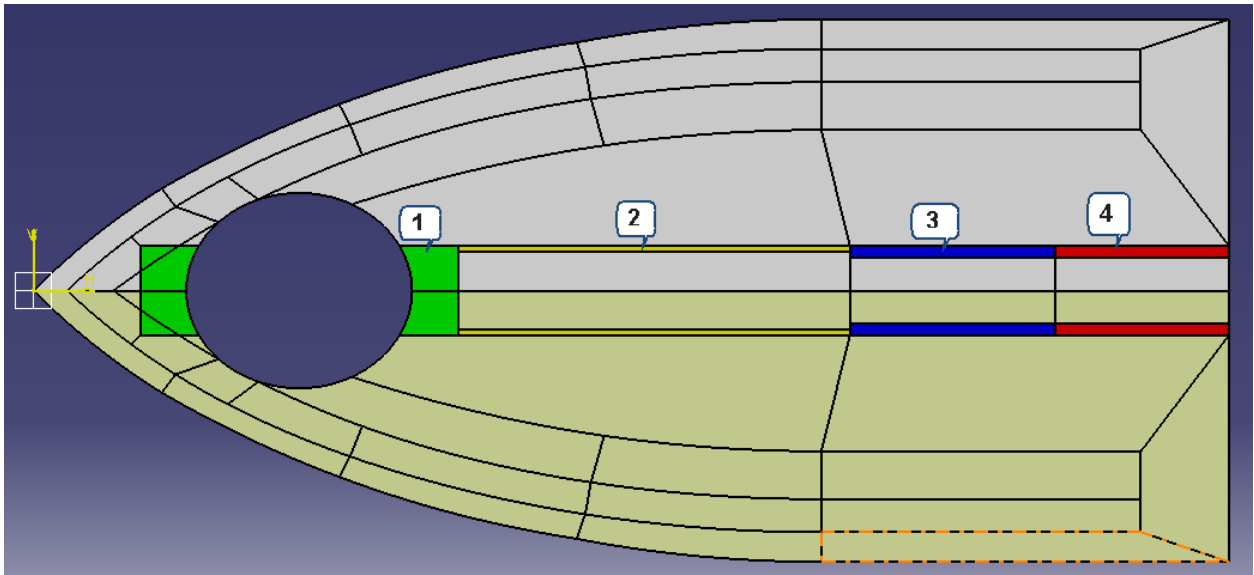
- Đặc trưng vật liệu của lamina dạng roving sợi trục hướng 0° và 90° .
- - Sợi thủy tinh E-glass

$\rho = 2560 \text{ kg/m}^3$; $E = 76 \text{ GPa}$; $\nu = 0.22$; $G = E/2(1 + \nu) = 31.15 \text{ GPa}$

- Nhựa epoxy

$\rho = 1250 \text{ kg/m}^3$; $E = 4.5 \text{ GPa}$; $\nu = 0.39$; $G = E/2(1 + \nu) = 1.62 \text{ GPa}$

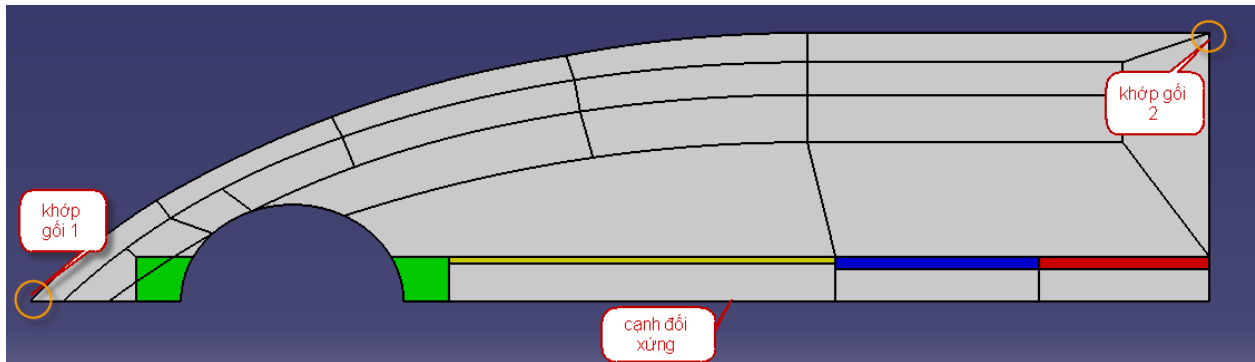
Tải trọng tác động



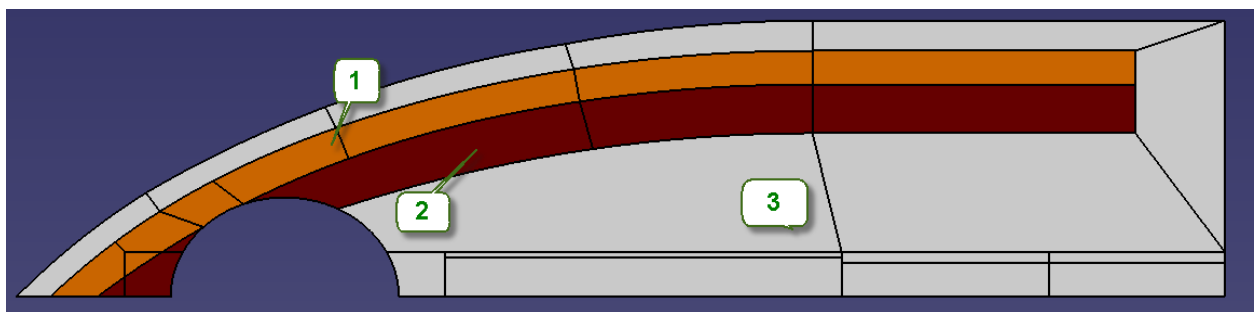
Vị trí lực	Màu	Phân bố tải lực, N/m^2	Hướng tác dụng
1. Lực do phần hệ thống quạt nâng tác động	Xanh lá cây	1923	Hướng lên
2. Vị trí người ngồi	Vàng	40833	Hướng xuống
3. Vị trí đặt động cơ	Xanh dương	27480	Hướng xuống
4. Lực đẩy của động cơ	Đỏ	18730	Hướng lên

Điều kiện biên

- Điều kiện biên của bài toán đối xứng
- Tàu nổi trên đệm khí: thêm các điều kiện biên chống di trượt ngang
- Đệm khí = đệm lò xo (phần tử lò xo)

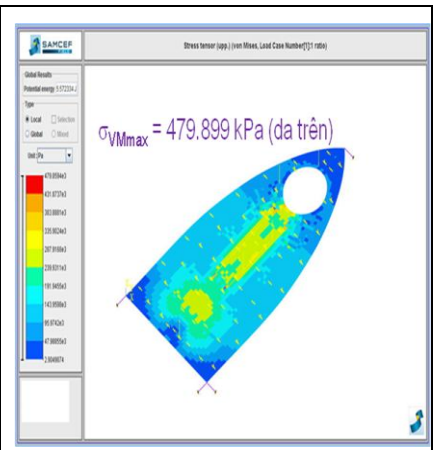
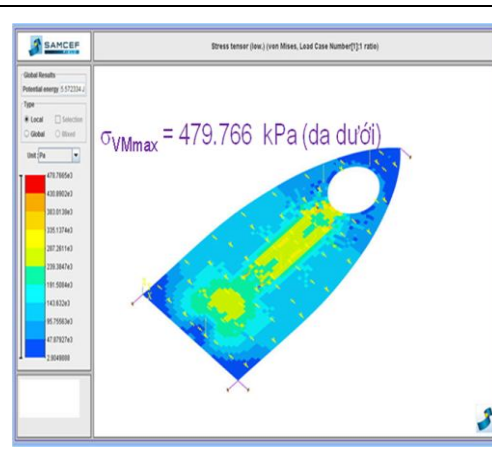
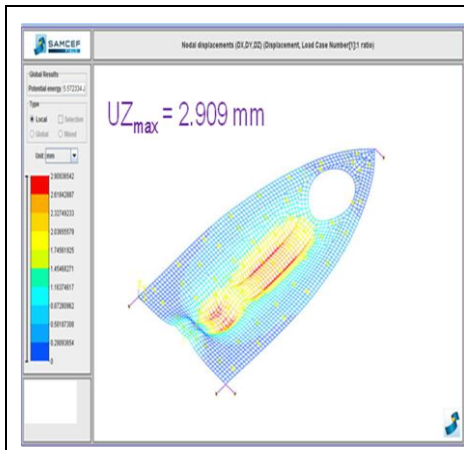
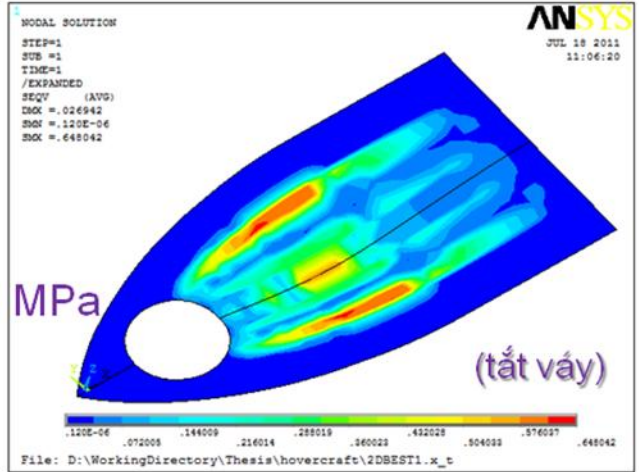
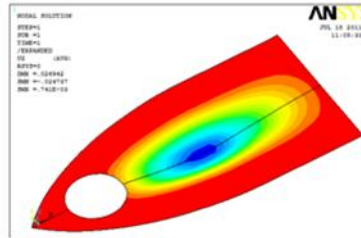
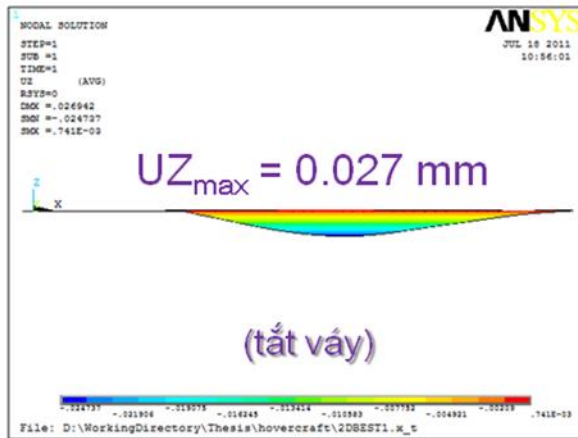


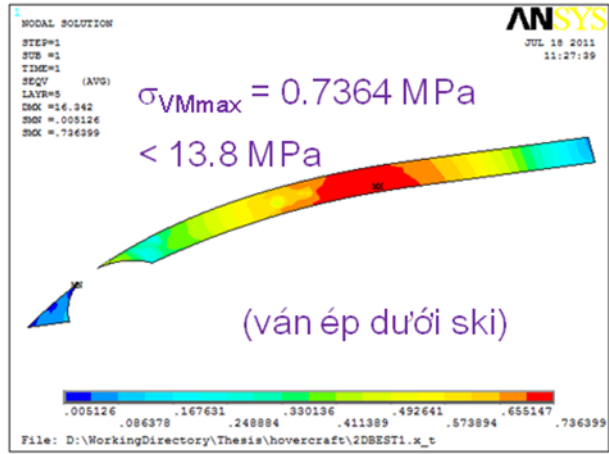
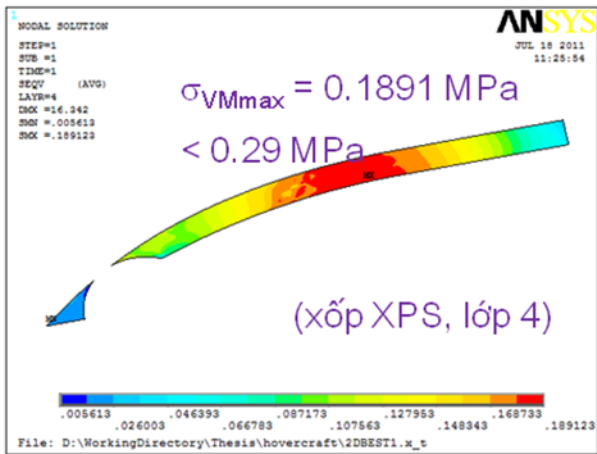
Lời giải 2D



Nhóm	Các lớp trong tấm sandwich (từ dưới lên trên)	Mô tả
1	Gồm 5 lớp: 1 lớp lamina 0° , 1 lớp lamina 90° , 2 lớp xốp EPS, 1 lớp plywood	
2	Gồm 7 lớp: 1 lớp lamina 0° , 1 lớp lamina 90° , 1 lớp plywood, 3 lớp xốp EPS, 1 lớp plywood	
3	Gồm 6 lớp: 1 lớp lamina 0° , 1 lớp lamina 90° , 3 lớp xốp EPS, 1 lớp plywood	

Kết quả:

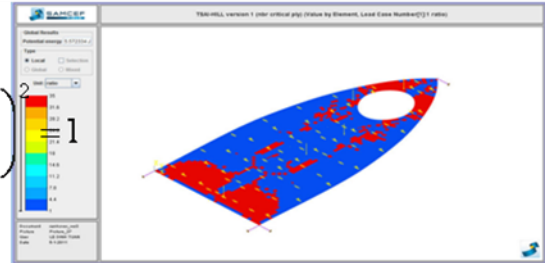




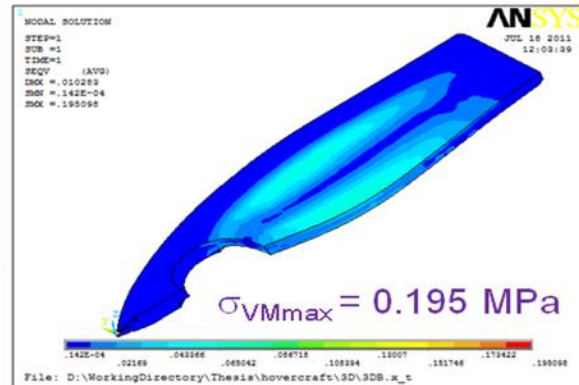
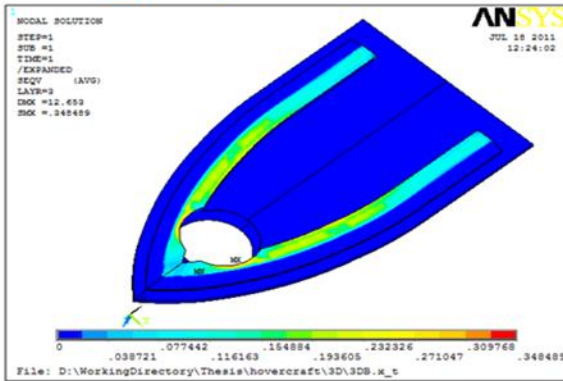
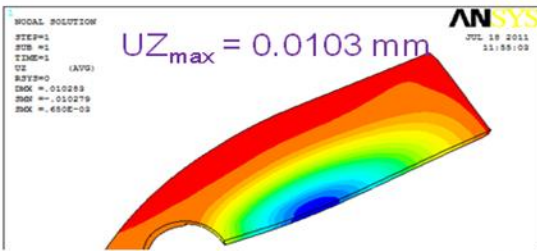
Tiêu chuẩn TSAI-HILL

$$\left(\frac{\sigma_{11}}{X}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{22}}{Y}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{11}}{X}\right)\left(\frac{\sigma_{22}}{X}\right) + \left(\frac{\sigma_{12}}{S}\right)^2 = 1$$

TĐK bền với TSAI-HILL !



Lời giải 3D



← tại lớp lamina 0° (lớp ngoài cùng), ứng suất tập trung cao nhất ở vị trí của ski tàu & xung quanh đạo lưu. $\sigma_{VMmax} < 1 \text{ MPa}$: Bền !

theo TSAI-HILL : Bền !

2.8. Thiết kế thi công và chế tạo

Giai đoạn 3 của Thiết kế tàu đệm khí:

- Thiết kế thi công
- Thiết kế chi tiết
- Quy trình công nghệ đóng, lắp ráp hệ thống, thiết bị



- Thân tàu đệm khí;
- Hệ thống váy và đệm khí;
- Hệ thống nâng;
- Hệ thống đẩy;
- Lựa chọn các thiết bị chính & bố trí động cơ, truyền động.
- Hệ thống điện khởi động, đo tốc độ, thông tin, liên lạc.....

Thi công thực tế

(1) Thi công thân tàu dùng công nghệ hút chân không



(2) Thi công lắp đặt váy đệm khí



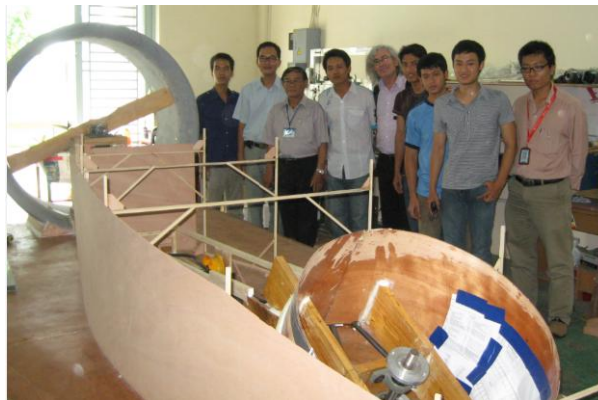
(3) Thi công lắp đạo lưu nâng & bộ trục quạt nâng, bộ động cơ chính



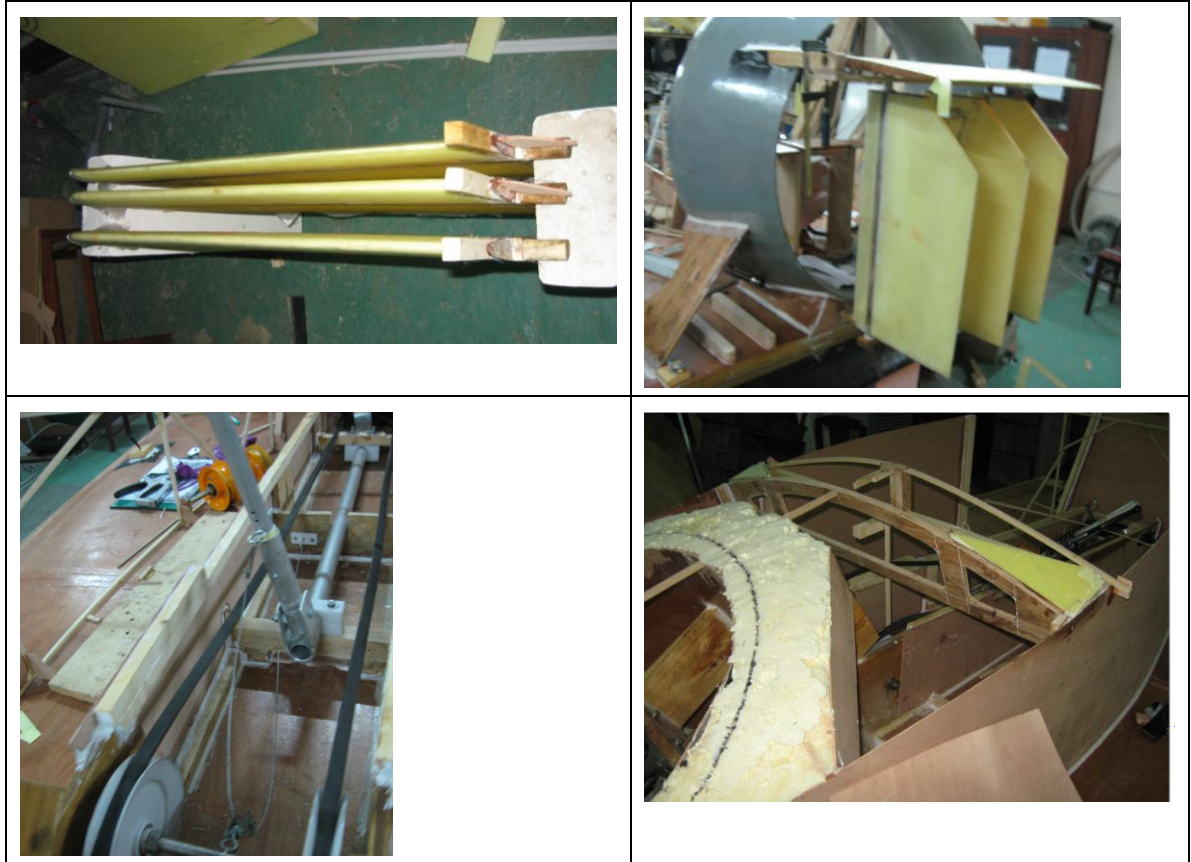
(4) Căng tâm trục đẩy trên bộ trục đẩy đã lắp trước



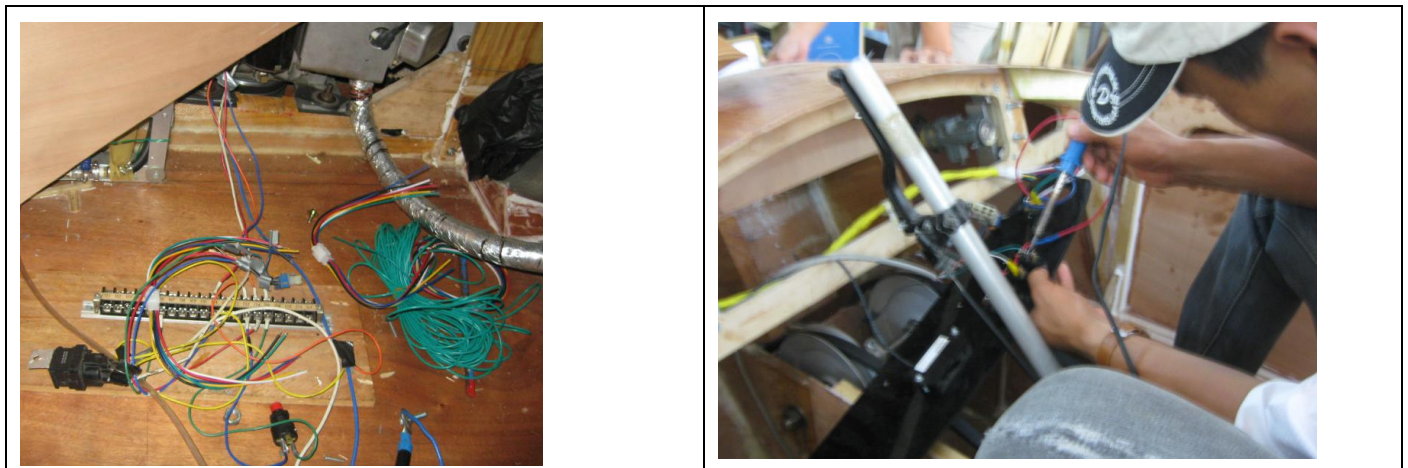
(5) Thi công lắp đặt ống đạo lưu đẩy theo trục đẩy (đã căng tâm), chuẩn bị khung đồ gá cabin lái & khung đỡ ghế ngồi



(6) Thi công hệ thống lái, bánh lái, Tạo mũi tàu, hoàn thiện cabin lái



(7) Hoàn thiện kết cấu, thi công bảng điện điều khiển, đèn hành trình, điện khởi động,..., Lắp đặt kính chắn gió & lưới bảo vệ



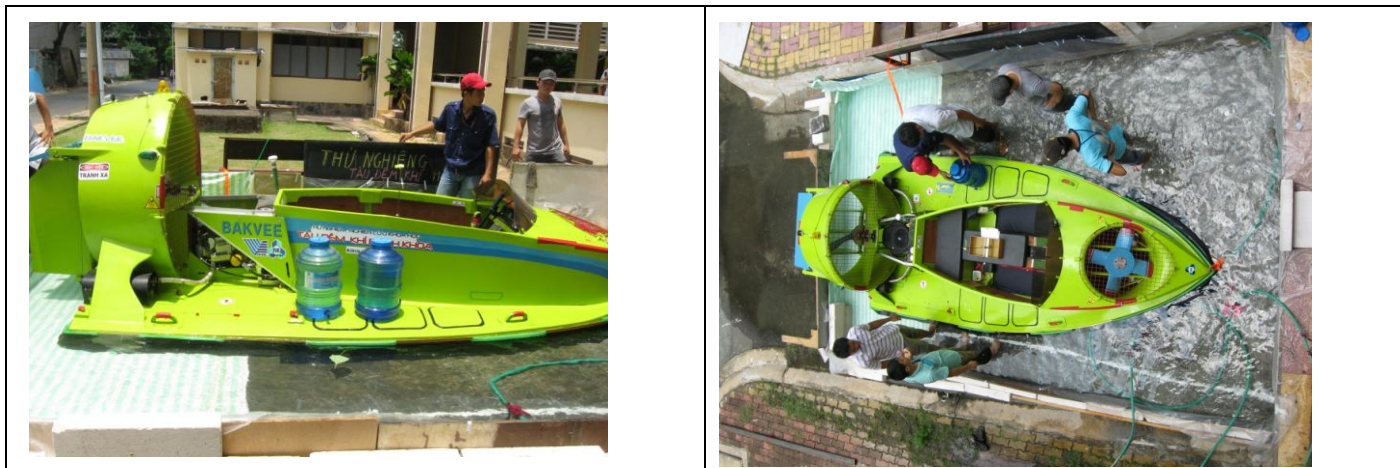


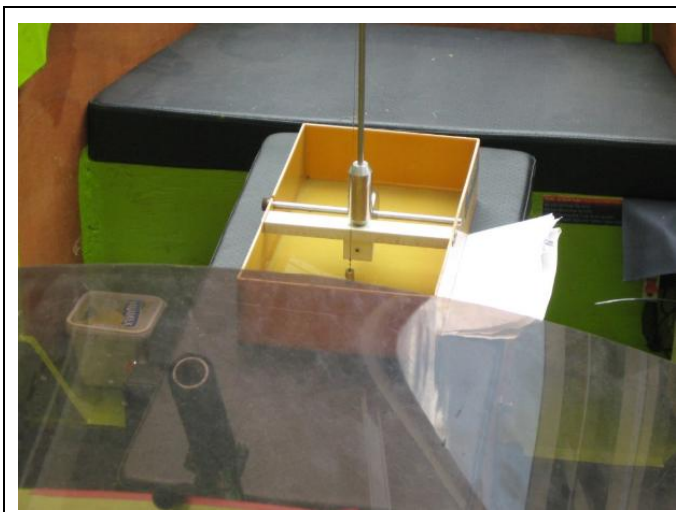
(8) Tháo rời, sơn toàn bộ chi tiết, Trang trí



2.9. Thử nghiệm

Thử nghiệm





Thực nghiệm vật liệu





Mỗi ghép keo epoxy phóng to

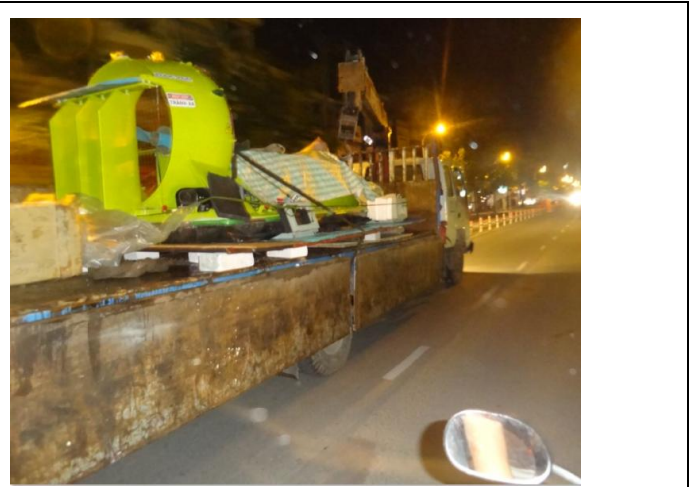


Mặt cắt lớp keo epoxy.

Kết quả đo đạc.



Nâng, hạ, vận chuyển tàu đệm khí



Thử nghiệm trên cạn:



Thử nghiệm dưới nước, bãi bùn:



Cân bằng động chi tiết quay nhanh



2.10. Kết luận

(1) Tàu đệm khí BAKVEE với thông số chính sau:

- Số chỗ: 3 người;
- Chiều dài toàn bộ: 4,7 m;
- Chiều rộng khi căng váy: 2,2 m;
- Trọng lượng tàu không: 180 kg;
- Công suất: 26 HP;
- Tốc độ: 40-50 km/h;
- Phạm vi hoạt động: lưỡng cư (mặt đất & mặt nước);
- Tầm hoạt động: 100-150 km;
- Kết cấu: ván ép-composite-xốp đúc chân không;
- Trang bị GPS.

(2) 01 mô hình phục vụ giảng dạy

- Mô hình thu nhỏ 1/5,
- Điều khiển từ xa RC.

(3) Hồ sơ tài liệu:

- Thuyết minh, bản tính, bản vẽ
- Thiết kế thi công tàu đệm khí 3D
- Bộ tài liệu QTCN chế tạo các cụm thiết bị chính của tàu
- Tài liệu vận hành tàu đệm khí, bảo trì và xử lý sự cố
- Quy trình thử tàu đệm khí, quy trình đảm bảo an toàn vận hành

(4) Đào tạo:

- Mỗi năm có trung bình từ 6-10 sinh viên làm đề tài liên quan TĐK
- 02 học viên cao học.

❖ Để đóng tàu đệm khí và ứng dụng được phải hội đủ các điều kiện: thiết kế tin cậy, công nghệ đóng tàu phù hợp cho loại hình này, khả năng về kiểm định chất lượng bên trong (tổ chức đo lường, thực nghiệm, đánh giá) & bên ngoài (đăng kiểm, trung tâm đo lường) và trên hết, giá cả hợp lý.

- ❖ Chế tạo thành công tàu đệm khí BAKVEE trong nước: Tàu đệm khí sản xuất trong nước cũng sẽ có giá thành hạ do chủ động kỹ thuật đóng, sửa chữa, bảo trì và cải tiến. **THÊM GAM TÀU MỚI !**
- ❖ Tạo ra nguồn tư liệu khoa học kỹ thuật quý báu trong lĩnh vực thiết kế & chế tạo tàu đệm khí phục vụ đào tạo, nghiên cứu khoa học trong các lĩnh vực kỹ thuật tàu thủy / hàng không.
- ❖ Kích thích cho các dòng sản phẩm tàu nhanh, phi cơ cùng phát triển (tàu WIGS, PARWIG, thủy phi cơ...)
- ❖ Phương tiện cứu hộ, cứu nạn sau lũ, góp phần khai thác các vùng nước nông hoặc bị rong rêu, rừng ngập mặn, hải đảo... hiệu quả hơn và phục vụ an ninh, quốc phòng.

Cải tiến & nâng cấp

- Hệ thống nâng cần xem xét thêm với các mô hình đệm khí có váy nổi dài (ống váy, váy đoạn,...);
- Tối ưu hoá kết cấu với tính toán phân bố sợi hợp lý + sử dụng các loại vật liệu mới như xốp tổ ong, xốp di-vinyl, vải sợi carbon,...
- Xây dựng các mô hình tính ổn định tin cậy kết hợp với thực nghiệm;
- Thực nghiệm về sức cản;
- Xem xét vấn đề đăng kiểm & chuẩn hoá các thiết kế.

Hướng phát triển:

- Tàu đệm khí 6 chỗ, 12 chỗ
- Hovercraft + WIG = HOVERWING

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Hải, Lê Đình Tuân, Kỹ thuật chân không trong chế tạo tàu đệm khí cỡ nhỏ, Kỹ yếu Hội nghị KH&CN lần 12, ĐHBK Tp.HCM, 28/10/2012.
2. Tuan LE DINH, Quoc Hung NGUYEN, Hull strength of 3-seat hovercraft using plywood-foam-FRP system on its air cushion, The 1st Int'l Conference on Computational Science & Engineering (1st ICCSE), Dec 20-21, 2011.
3. Quoc Hung NGUYEN, Tuan LE DINH, Structural analysis of sandwich-structured body of hovercraft by finite element method, The 1st Int'l Conference on Computational Science & Engineering (1st ICCSE), Dec 20-21, 2011.
4. Tuan LE DINH, Hieu TRAN QUANG, Thin LE MINH, On the vacuum bagging technique for hovercraft using plywood-foam-FRP system, The 1st Int'l Conference on Computational Science & Engineering (1st ICCSE), Dec 20-21, 2011.
5. Nguyễn Thiện Tống, Phan Thế Hoàng, Trần Nhân Đức, Thiết kế thủy khí động lực học cho tàu đệm khí có cánh, Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, 26-28/7/2012.
6. Nguyễn Thiện Tống, Lê Tấn Lộc, Công suất nâng và công suất đẩy tàu đệm khí ba chỗ, Hội Nghị Khoa Học Cơ Học Thủy Khí Toàn Quốc, Nghệ An, 7/2011
7. Lê Đình Tuân, Nguyễn thiện Tống, Ổn định ngang tĩnh của tàu đệm khí vảy túi, Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, 26-28/7/2012.
8. Lê Đình Tuân, Nguyễn thiện Tống, Phan Thế Hoàng, Trần Nhân Đức, Thiết kế và chế tạo nguyên mẫu tàu đệm khí 3 chỗ, Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, 26-28/7/2012.
9. Các sáng chế: GB2458003, GB2443406, US6619220, US2004154847, GB2486437, US2004074684, US2010000817, US2007051848, KR20060009460, KR20070057111, US2012171910