

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ NGHIÊN CỨU, PHÁT TRIỂN PHƯƠNG TIỆN MANG PHÓNG VỆ TINH Ở VIỆT NAM

Hoàng Thế Dũng^{1*}, Lê Mạnh Cường², Nguyễn Văn Hiếu²

Tóm tắt: Phương tiện phóng hay tên lửa đẩy là phương tiện mang (PTM) trọng tải có ích vào không gian, sử dụng phương pháp động lực học tên lửa để tăng tốc vật mang lên ít nhất bằng vận tốc vũ trụ cấp 1 (7,9 km/s), cho phép đưa vật mang vào quỹ đạo khép kín quanh Trái đất. Theo quy luật, PTM bao gồm hai hoặc ba tầng tùy thuộc vào sơ đồ kết cấu của tên lửa, hoạt động nối tiếp hoặc song song và tách khỏi tên lửa khi chúng hết nhiên liệu, do đó, cần tăng tốc tên lửa lên vận tốc vũ trụ cấp 1 vào thời điểm nó được đưa tới quỹ đạo. Bài báo giới thiệu một cách sơ lược về PTM, thực trạng và xu hướng nghiên cứu phát triển PTM hiện nay trên thế giới, qua đó đưa ra một số ý kiến trao đổi về vấn đề nghiên cứu phát triển PTM ở Việt Nam trong tương lai gần.

Từ khóa: Tên lửa đẩy; Phương tiện phóng; Công nghệ không gian.

1. SƠ LƯỢC VỀ PHƯƠNG TIỆN MANG

PTM hay tên lửa vũ trụ hiện nay có cấu trúc phức tạp, được lắp ráp từ hàng nghìn chi tiết, mỗi bộ phận đều có vai trò riêng. Trái tim của PTM là hệ thống động cơ - là một tổ hợp năng lượng cao, đảm bảo tăng tốc tên lửa đến một tốc độ cho trước, ngoài ra phải đảm bảo tính điều khiển được cho tên lửa trong suốt quá trình bay. Hệ thống điều khiển của tên lửa vũ trụ có các cảm biến “cảm nhận” được tính chất môi trường và đặc điểm khí động lực học của tên lửa, cho phép tên lửa hoàn toàn tự chủ trong môi trường bay. Hệ thống điều khiển phổ biến nhất hiện nay hoạt động dựa trên phương pháp điều khiển quán tính, nghĩa là đo gia tốc tuyến tính bằng các thiết bị sử dụng tính chất quán tính của vật liệu. Ngoài hệ thống động cơ và hệ thống điều khiển bay, thành phần tên lửa còn có tải trọng có ích, có chức năng khác nhau tùy thuộc vào mục đích của tên lửa. PTM được phóng thẳng đứng, giúp đơn giản hóa việc thiết kế và chế tạo bộ phóng. Để tối ưu năng lượng, PTM được phóng theo hướng đông (tốc độ của tên lửa cộng với tốc độ quay của Trái đất) và bộ phóng càng gần xích đạo thì việc phóng tàu vũ trụ vào quỹ đạo càng tiết kiệm [1].

Nghiên cứu và phát triển PTM là một vấn đề phức tạp, cần được định hướng đúng, lên kế hoạch hợp lý theo lộ trình và tổ chức thực hiện nghiêm túc, chặt chẽ; cần đánh giá chính xác, cụ thể trình độ và khả năng đáp ứng hiện tại về con người, trang thiết bị, máy móc, khả năng làm chủ về vật liệu, làm chủ về công nghệ,... kết hợp với việc đánh giá khả năng hợp tác quốc tế, từ đó xác định đối tượng, chủng loại PTM phù hợp để nghiên cứu, phát triển. Vào những năm từ 2000 đến 2010, Việt Nam đã gửi sang Nga và một số nước khác các sinh viên, nghiên cứu sinh để đào tạo về những ngành liên quan như động cơ đẩy, công nghệ điện tử, công nghệ vệ tinh,... Các trường đại học như Bách Khoa, FPT,... đã liên kết đào tạo kết hợp nghiên cứu một số loại vệ tinh loại nhỏ và siêu nhỏ (Nano F-1, Pico Dragon, Micro Dragon), đã thuê PTM để phóng thử nghiệm những vệ tinh đó lên quỹ đạo, bước đầu đã thu được một số kết quả khả quan nhất định. Tuy vậy, trong khoảng thời gian khá dài, từ sau 2010 đến nay, vấn đề nghiên cứu về PTM chưa được đầu tư hợp lý, bài bản, một số đề tài nghiên cứu lý thuyết nhỏ lẻ, rời rạc, thiếu tính hệ thống và tính thực tiễn. Do vậy, cần thiết đánh giá lại một cách tổng quát các vấn đề liên quan đến PTM làm cơ sở đề xuất kế hoạch nghiên cứu và phát triển loại tên lửa này trong thời gian sắp tới.

2. MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI, CỐT LÕI CHẾ TẠO PHƯƠNG TIỆN MANG

2.1. Công nghệ vật liệu

Có nhiều loại vật liệu được sử dụng để chế tạo tàu vũ trụ như: hợp kim thép, hợp kim nhôm, titan, vật liệu composite, vật liệu dẹt, cao su,... Để đảm bảo độ bền, khả năng làm việc và các đặc trưng khối lượng hợp lý, phần lớn phụ thuộc vào việc lựa chọn vật liệu chính xác. Mỗi loại vật liệu được chọn cho từng phần tử kết cấu có những yêu cầu riêng (bảng 1).

Bảng 1. Vật liệu chế tạo các bộ phận của PTM.

Mác vật liệu	Bộ phận PTM được chế tạo
Hợp kim nhôm D16T	Vỏ các khoang
Hợp kim nhôm B95T1	Kết cấu chịu tải trọng có yêu cầu độ dẻo thấp
Hợp kim nhôm AK4-2	Giá đỡ chịu tải trọng tập trung
Hợp kim nhôm AMΓ-6	Thùng kín “O”, “G”
Hợp kim nhôm BAJ8	Khung dụng cụ
Thép hợp kim 30XΓCA	Bulông, ốc, vít, đai ốc, các chi tiết kẹp chặt
Thép không gỉ X18H10T	Các bộ phận của hệ thống thủy lực khí nén
Thép độ bền cao BHC	Kết cấu chịu lực
Thép hợp kim MA8	Vỏ tàu vũ trụ
Hợp kim titan	Thiết bị hạ cánh, giá đỡ chịu lực, các chi tiết kẹp chặt
Vật liệu composite	Kết cấu chịu lực, chịu áp.

Để đảm bảo khả năng chống ăn mòn, các bộ phận làm bằng hợp kim nhôm được xử lý bề mặt và sơn bảo vệ nhiều lớp; thép 30XΓCA được phủ một lớp cadimi và trong một số trường hợp được sơn thêm, còn các bộ phận làm bằng thép không gỉ được thụ động hóa học [2].

Để phát triển công nghệ vật liệu, hạn chế nhập khẩu, chúng ta cần đầu tư cho các nhà máy luyện kim kết hợp với các viện nghiên cứu về vật liệu để luyện ra được các hợp kim hay vật liệu phi kim loại độ bền cao đáp ứng nhu cầu sản xuất vũ khí trong nước và lâu dài có thể phục vụ chế tạo PTM hay các phương tiện bay không gian khác.

2.2. Xu hướng phát triển của công nghệ vật liệu composite

Đó là tạo ra các thành phần gia cố và liên kết mới, các biến thể của các thành phần này và cải tiến công nghệ chế tạo, phát triển thiết kế sản phẩm. Ví dụ, thay thế dây vonfram bằng sợi carbon; thay thế các nguyên liệu thô polyacrylonitril bằng các nguyên liệu cao cấp sẽ làm giảm đáng kể chi phí sản xuất sợi carbon; tăng cao độ đồng nhất cho sợi oxit nhôm đơn bằng cách làm nguội cực nhanh [2]. Một hướng phát triển tiềm năng nữa là tạo ra composite từ các vật liệu đa lưới và đa cốt, cho phép tận dụng lợi thế của từng loại sợi. Ví dụ, kết hợp sợi bo, sợi cacbon và sợi thủy tinh với lưới polyimide tạo ra sản phẩm có độ bền cao, mô đun đàn hồi cao, độ nhớt phù hợp. Để tăng khả năng chịu nhiệt, sản phẩm CM được gia cố hoặc phủ bằng vật liệu chịu lửa (vonfram, xermet, graphite, tantali, molybden,...).

Vật liệu composite đã được nghiên cứu ở một số đơn vị trong nước như Viện Tên lửa, Viện Công nghệ,... Tuy nhiên, để đáp ứng được nhu cầu phát triển PTM, cần đầu tư máy móc, thiết bị, vật tư,... cho các nhà máy công nghiệp quốc phòng.

2.3. Công nghệ nhiên liệu tên lửa

Xu hướng toàn cầu đòi hỏi tăng cường vấn đề an toàn môi trường trong các dịch vụ không gian. Do vậy, phương án được đề xuất là sử dụng khí tự nhiên hóa lỏng (KHL) với hàm lượng metan từ 90 - 98 % và oxy lỏng làm nhiên liệu [3]. KHL không độc, khi đốt cháy trong oxy sinh ra hơi nước và khí cacbonic có hàm lượng trong sản phẩm cháy ít hơn nhiều so với khi đốt dầu kerosine. Không giống như dầu kerosine, KHL bay hơi nhanh và không gây hại cho môi trường. Một số ưu điểm của KHL so với nhiên liệu tên lửa truyền thống như: động cơ sử dụng KHL có chỉ số năng lượng cao hơn; tạo muối thấp hơn; dễ làm sạch nhiên liệu dư trong các đường ống dẫn và khoang nhiên liệu; có tính chất làm mát tốt, làm tăng tuổi thọ động cơ; KHL có khoảng nhiệt độ gần nhiệt độ của oxy lỏng nên có thể sử dụng các đáy bình chất “O” và “G” ở dạng kết hợp mà không cần lớp cách nhiệt.

Các nghiên cứu về động cơ nhiên liệu lỏng ở nước ta mới chỉ dừng lại ở các nghiên cứu lý thuyết, trong chương trình nghiên cứu ứng dụng công nghệ vũ trụ giai đoạn 2012-2015. Công nghệ chế tạo liều thuốc phóng ballistic có đường kính lớn và thuốc phóng hỗn hợp chưa thực hiện được. Hệ thống dây chuyền đúc ép thuốc phóng tại nhà máy Z195 đã cũ kỹ, lạc hậu, nên cần đầu tư dây chuyền chế tạo thuốc phóng hỗn hợp kết hợp đào tạo chuyên gia sử dụng đi kèm.

2.4. Công nghệ in 3D

Hệ thống động cơ Rutherford (New Zealand) được chế tạo bằng công nghệ in 3D (hệ thống làm mát buồng đốt, các vòi phun, máy bơm và các van đẩy chính) từ hợp kim titan trong khoảng thời gian ba ngày (với công nghệ truyền thống là vài tháng), giúp giảm giá thành tới 95% [4] mỗi lần phóng tên lửa, tiết kiệm nhiên liệu, kéo dài thời gian bay, đảm bảo có thể phóng PTM một lần một tuần. Do hệ thống bơm nhiên liệu Turbopumps, cung cấp oxy lỏng và dầu hỏa tinh chất cho động cơ, được điều khiển bằng chổi than của động cơ điện DC chạy bằng pin Lithium-Polymer mang lại hiệu quả cao hơn hệ thống bơm truyền thống (được điều khiển bằng tua-bin lỏng hoặc khí Hydro).

3. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN PHƯƠNG TIỆN MANG TRONG NƯỚC

Các PTM hạng nhẹ hiện đang được sử dụng hoặc đang trong quá trình bay thử nghiệm bao gồm các PTM hạng nhẹ của Mỹ Delta II, Minotaur-C (trước đây là Taurus), Minotaur, Pegasus, Vega của Châu Âu, Epsilon của Nhật Bản, Safir-1B và Simorgh của Iran, Unha của Triều Tiên, PSLV của Ấn Độ, Shavit của Israel, Dnepr của Nga-Ukraine, Rokot, Soyuz-2.1v (trước đây là Soyuz-1) và Angara-1.2 của Nga, CZ-2D, CZ-6, CZ-11 và KT-1/2 của Trung Quốc. Sự phát triển của PTM hạng nhẹ để phóng các thiết bị không gian nhỏ (các vệ tinh và tàu thăm dò liên hành tinh có trọng lượng dưới 1000 kg). Các vệ tinh được phát triển hiện đại do có các công nghệ mới, như hệ thống cơ điện tử vi mô, làm tăng tính khả dụng của thiết bị, đồng thời giảm được các thông số trọng lượng, kích thước cũng như giá thành các linh kiện điện tử khiến việc chế tạo các PTM hạng nhẹ, đơn giản, tốn ít kinh phí hơn [5]. Thông thường, nếu sử dụng PTM hạng trung và hạng nặng, các vệ tinh cùng loại được yêu cầu phóng lên cùng một quỹ đạo (hoặc quỹ đạo gần nhau) sẽ được phóng theo “gói” (cụm). Việc phóng theo cụm không phù hợp khi cần thay thế một thiết bị đã cũ hoặc đã lỗi thời trong một nhóm quỹ đạo, còn đối với các lần phóng đơn lẻ, sử dụng tên lửa hạng nhẹ sẽ thích hợp hơn.

Như vậy, lựa chọn PTM hạng nhẹ hoặc siêu nhẹ là phù hợp với năng lực công nghệ, khả năng tài chính trong nước cũng như mục đích phóng đơn vệ tinh hay phát triển tên lửa đạn đạo tầm trung về sau. Về mô hình phát triển, lựa chọn mô hình chuyển giao công nghệ và sao chép mẫu. Mô hình này đã được áp dụng rất thành công ở các quốc gia có nền công nghệ như nước ta, ví dụ Iran, Israel. Nếu theo hướng phát triển PTM sử dụng nhiên liệu rắn, có thể hợp tác chuyển giao và chép mẫu tên lửa Epsilon của Nhật Bản, còn nếu theo hướng phát triển tên lửa đẩy nhiên liệu lỏng có thể là tên lửa Naro-1 của Hàn Quốc,...

Căn cứ vào những đánh giá, phân tích ở trên, nhóm tác giả đề xuất một kế hoạch sơ bộ về nghiên cứu phát triển phương tiện mang ở Việt Nam đến năm 2040 được nêu như trong bảng 2.

Bảng 2. Kế hoạch đề xuất sơ bộ nghiên cứu phát triển PTM ở Việt Nam.

Tham số kỹ thuật	Mục tiêu theo mốc thời gian		
	2025	2030	2040
Độ cao tối đa (km)	80-85 (khảo sát khí quyển tầng trung lưu, tầng điện li)	350-420 (kiểm tra hoạt động tại các trạm không gian)	500
Tải trọng (kg)	15	50	100
Loại động cơ	2 tầng lực đẩy	4 tầng lực đẩy	4 tầng lực đẩy
Tầng 1			
Nhiên liệu	Rắn hỗn hợp		
Lực đẩy, kN	60	190	400
Tổng xung, kNs	1200	15600	45000
Tầng 2			
Nhiên liệu	Rắn hỗn hợp hoặc lỏng		
Lực đẩy, kN	10	30	60
Tổng xung, kNs	250	3100	9000
Tầng 3			
Nhiên liệu	Rắn hỗn hợp hoặc lỏng		

Lực đẩy, kN		9	20
Tổng xung, kNs		550	1500
Tầng 4 (hiệu chỉnh quỹ đạo vệ tinh)			
Nhiên liệu		Rắn hoặc lỏng	
Lực đẩy, kN		0,04	0,04
Thời gian, s		500	1000
Năng lực tự chủ (%)	- 30% - Hợp tác quốc tế. - Đào tạo chuyên gia.	- 50% - Hợp tác quốc tế, chuyển giao công nghệ. - Đào tạo chuyên gia.	- 80% - 90% - Nhập khẩu các nguyên vật liệu đặc chủng. - Đào tạo chuyên gia.

4. KẾT LUẬN

Như vậy, việc nghiên cứu PTM phóng vệ tinh sử dụng động cơ nhiên liệu lỏng trong nước mới chỉ dừng lại ở nghiên cứu lý thuyết sơ khai, dù đã đưa ra được một số mô hình, đề xuất kỹ thuật song cần kiểm chứng bằng các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, chế tạo và thử nghiệm sát với điều kiện làm việc của PTM; với tên lửa sử dụng động cơ nhiên liệu rắn đã có một số thử nghiệm cụ thể, nhưng còn nhiều yếu tố công nghệ cần cải thiện và khắc phục như: liều nhiên liệu, hệ thống điện tử trên khoang, hệ thống dẫn đường,... Công nghệ chế tạo PTM trên thế giới đã phát triển theo nhiều hướng tích cực, tiến tới mục đích thương mại hóa các dịch vụ không gian giá rẻ. Kế thừa, sao chép các công nghệ mới, học hỏi mô hình phát triển PTM của các quốc gia khác, kết hợp đầu tư, xây dựng lực lượng, nâng cao năng lực công nghệ trong nước là phương pháp khả thi để nghiên cứu phát triển PTM trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Уманский С.П. "Ракеты-носители. Космодромы". Издательство «Рестарт», Москва 2001.
- [2]. Игорь Афанасьев, Дмитрий Воронцов. "Легкие ракеты-носители: тенденции рынка". Журнал "Взлёт" № 6/2016.
- [3]. Космодемьянский Е.В. "Проект космического ракетного комплекса на базе ракеты-носителя сверхлёгкого класса". Онтология проектирования, том 8, №4(30)/2018. УДК 629.7.
- [4]. Павел Булат. "Как сделать сверхлегкую ракету коммерчески эффективной". Аэропейснет НТИ. 2020.
- [5]. Грабин Б.В. "Основы конструирования космических аппаратов". Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 2007.

ABSTRACT

SOME PROBLEMS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SATELLITE-CARRYING ROCKET IN VIETNAM

Satellite-carrying rocket is a launch vehicle carrying payload into space, using rocket kinetic methods to accelerate the carrier to at least level 1 space velocity (7.9 km/s), allowing the carrier to be carried into a closed orbit around the Earth. As a rule, Carrier rocket consists of two or three floors depending on the rocket's structural scheme, operating in series or in parallel and separating from the rocket when they run out of fuel, so it is necessary to accelerate the rocket to space velocity level 1 at the time it was sent into orbit. The article briefly introduces carrier rocket, the current situation and research trends to develop carrier rocket in the world, thereby giving some exchange opinions on the issue of research and development of carrier rocket in Vietnam in the future.

Keywords: Carrier rocket; Space technology.

Nhận bài ngày 06 tháng 01 năm 2021

Hoàn thiện ngày 03 tháng 02 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2021

Địa chỉ: ¹Viện Tên lửa - Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

²Cục Khoa học quân sự - Bộ Quốc phòng.

*Email: hnpanh@gmail.com.