

CƠ HỌC VỚI VŨ TRỤ

NGUYỄN HỮU CHÍ

CÓ thể nói các vấn đề cơ bản của các bộ môn Cơ học đại cương, chất lỏng và khí, vật rắn biến dạng... như các vấn đề về phương trình chuyển động khi số Mach thay đổi, quỹ đạo của con tàu, trạng thái phi trọng lực, gia tốc và chế độ cất, hạ cánh, lực cản và lớp biên nhiệt độ, vật liệu mới nhẹ có độ bền và chịu nhiệt cao, và đặc biệt là các bài toán tối ưu hóa các thông số động học và động lực học... đều được đặt ra nghiên cứu nghiêm túc trước mỗi chuyến bay vào vũ trụ.

Như đã biết tùy theo tốc độ chuyển động tương ứng với số Mach $M < 1$, $M = 1$ và $M > 1$ ta có các phương trình chuyển động dưới dạng elliptic, parabolic và hyperbolic và con người muốn đi khỏi trái đất cần đạt tốc độ vũ trụ 11.190m/s. Đối với thiết bị bay vũ trụ phương trình chuyển động cơ học có dạng:

$$\frac{1}{g} G(t) \ddot{\vec{r}} = \vec{P} + \frac{1}{g} G(t) \cdot \vec{R}(r, t) + \vec{F},$$

trong đó $G(t)$ là trọng lượng con tàu, có giá trị thay đổi theo thời gian do nhiên liệu tiêu tán và do sự giảm dần các tầng tên lửa, $\vec{r}(t)$ là vectơ định vị trong hệ qui chiếu quán tính, \vec{P} là vectơ biểu diễn lực kéo của động cơ, $\vec{R}(r, t)$ là vectơ gia tốc của tất cả các lực, \vec{F} - lực tác động của môi trường ngoài - ví dụ lực cản.

Đường bay vào vũ trụ có thể chia ra ba giai đoạn: giai đoạn từ mặt đất vào quỹ đạo quanh quả đất, giai đoạn bay trên quỹ đạo và giai đoạn từ quỹ đạo trở về mặt đất. Giai đoạn từ mặt đất phóng lên quỹ đạo quanh trái đất cũng có thể chia ra ba đoạn: tăng tốc khi hai tầng tên lửa cháy; bay tự do theo quán tính; tiếp tục tăng tốc khi tầng ba của tên lửa đưa con tàu đạt tốc độ vũ trụ. Đường về mặt đất cũng chia ra ba đoạn trái ngược: lúc đầu tên lửa hãm khởi động - tàu vũ trụ giảm tốc và rời khỏi quỹ đạo; tiếp theo là bay tự do theo quán tính và cuối cùng là giảm tốc bằng dù và tên lửa phụ.

Ở trên quỹ đạo quanh quả đất gia tốc trọng trường bị triệt tiêu con người phải chịu đựng trạng thái phi trọng lực. Trạng thái đó gây ra những cảm giác khó chịu, ảnh hưởng xấu đến sinh lý con người như rối loạn bộ máy tiền đình, làm yếu tim mạch, cơ bắp, máu dồn lên đầu do máu không còn áp suất thủy tĩnh.

Anh hùng Satalốp, người đã ba lần bay vào vũ trụ có kể rằng đêm đầu tiên bay trên vũ trụ anh đã chui vào túi ngủ, xếp cho chân gần trần tàu, còn đầu ở gần trọng tâm con tàu, nhờ vậy máu rút khỏi đầu (do lực ly tâm trong chuyển động tự quay quanh mình của con tàu) và người cảm thấy dễ chịu hơn.

Trong các giai đoạn phóng con tàu vũ trụ lên quỹ đạo bay lúc trở về, con người phải chịu tải trọng lớn (lực quán tính) bởi những gia tốc lớn của chuyển động con tàu.

Trong các chuyến bay, khi phóng lên, phi công vũ trụ đã chịu trong hàng chục giây các gia tốc 5g, 8g, 9g qua 3 tầng tên lửa cháy, nghĩa là con người đã chịu cảm giác mang trên mình 5, 8, 9 lần trọng lượng bản thân.

Giai đoạn từ quỹ đạo trở về quả đất, phi công vũ trụ phải chịu các gia tốc $3,3 \div 7,2g$ hoặc $12g$ và những gia tốc lớn hơn gây ra bởi sự va chạm do hệ thống hãm và dù hoạt động chưa thật tốt. Qua thực nghiệm, nếu có áo quần chống gia tốc và hệ thống giảm sóc tốt, ở tư thế trực lưng tạo với hướng gia tốc một góc $75 \div 80^\circ$ thì các phi công vũ trụ có thể chịu gia tốc $10g$ trong 5 phút, $20g$ trong vài chục giây. Theo nguyên lý Patoccan do áp suất truyền đều tại mọi điểm trong chất lỏng, nên nếu ngâm mình trong nước người ta có thể chịu gia tốc tới $31g$.

Khi bay trên quỹ đạo, con tàu vũ trụ như bay giữa khoảng không mênh mông, vì từ khoảng độ cao 100Km khoảng cách giữa hai phân tử không khí đến gần một gang tay, và với độ cao 120Km khoảng cách đó đạt tới $2,25\text{m}$, còn từ độ cao trên 200Km khoảng cách đó sẽ tăng tới $200 \div 300\text{m}$; nghĩa là tàu vũ trụ có thể đi giữa các phân tử không khí mà không xảy ra một sự va chạm nào.

Khi đó lý thuyết lớp biên dòng khí và lớp biên nhiệt độ sẽ không còn hiệu lực mà nhường chỗ cho lý thuyết khí loãng trong đó mọi sự trao đổi nhiệt - cơ học xảy ra như một quá trình va chạm. Đi vào môi trường dày đặc của khí quyển, sự ma sát trong lớp biên và lực cản của không khí lên con tàu kết hợp với tên lửa hãm và dù giúp cho tàu vũ trụ hạ cánh an toàn.

Để hiểu rõ hơn giai đoạn này chúng tôi xin trích một đoạn do Iu. Gagarin mô tả: « Đúng 10 giờ 25 phút tên lửa hãm được khởi động một cách tự động đúng theo qui định của chương trình. Tàu vũ trụ Phương Đông 1 rời khỏi quỹ đạo và rơi vào lớp khí quyển dày đặc. Vỏ ngoài con tàu bốc cháy nhanh chóng và qua cửa sổ, tôi nhìn thấy một ngọn lửa đỏ bao quanh con tàu. Bên trong con tàu, giữa « quả cầu lửa » khủng khiếp ấy, nhiệt độ vẫn được giữ ở 20°C ».

Qua sự mô tả trên cho ta thấy theo định luật Furié muốn giảm được lượng nhiệt truyền qua vỏ ngăn cách của con tàu khi gradien nhiệt độ cực lớn thì phải có vật liệu với hệ số truyền nhiệt rất bé và độ bền, chịu nhiệt cao.

Một trong những bài toán cổ điển của Cơ học làm cơ sở cho việc xác định các thông số cơ bản của vệ tinh và tàu vũ trụ là bài toán hai vật. Nội dung chủ yếu của bài toán là nghiên cứu chuyển động của chất điểm khối lượng m (ví dụ, tàu vũ trụ) xảy ra trong trường lực hấp dẫn gây ra bởi một vật hình cầu (thông thường có khối lượng lớn hơn nhiều - ví dụ, trái đất) có khối lượng M . Bài toán đã đề cập đến các tích phân diện tích, tích phân năng lượng, tích phân La-plat-xơ, các định luật Kép-le; từ đó suy ra tốc độ chuyển động của con tàu cũng như các thông số của quỹ đạo phụ thuộc tốc độ ban đầu của nó. Trong trường hợp bay lên mặt trăng, sao Hỏa, hoặc những hành tinh xa xôi khác trong thái dương hệ, cần tiếp tục nghiên cứu bài toán 3 vật hoặc n vật và những tích phân, định luật... lại được mở rộng...

Khi mục đích của một chuyến bay vũ trụ đã được xác định, vấn đề đầu tiên đặt ra là sao cho các thành tựu đó có hiệu quả kinh tế nhất - đó là vấn đề tối ưu hóa. Vì vậy cần chọn các thiết bị vũ trụ tối ưu, trong đó có hệ động cơ tối ưu, xác định các thông số điều khiển tối ưu và chương trình tối ưu đối với các hàm điều khiển.

Bài toán tối ưu hóa đặt ra cho các thiết bị động lực là cho trước trọng lượng phóng sao cho trọng lượng hạ cánh hữu ích đạt cực đại Trong trường hợp tối ưu, trọng lượng động cơ chỉ chiếm một phần tư trọng lượng ban đầu của thiết bị; nhưng đến giai đoạn cuối của chuyến bay, khi nhiên liệu cháy gần hết, thì trọng lượng động cơ sẽ trở nên chủ yếu, cho nên những biện pháp cơ học làm thay đổi trọng lượng động cơ trở nên vô cùng quan trọng.

Trong các bài toán của lý thuyết tối ưu đặt ra cho một chuyến bay vũ trụ còn có phương pháp điều khiển tối ưu của Pôn-tơ-ri-a-ghin, lưu lượng nhiên liệu tối ưu, bài toán Mai-ơ về gia tốc phản lực tối ưu, chương trình tối ưu về lực kéo và quỹ đạo tối ưu của hàm Haminton...

Riêng đối với tổ hợp quỹ đạo để bảo đảm độ chính xác, an toàn cho mỗi chuyến bay cần giải quyết một số vấn đề sau đây:

- Nghiên cứu các hiện tượng kích động tác dụng lên con tàu trong quá trình bay, tính toán độ lệch khỏi quỹ đạo tính toán.

- Tính toán độ chính xác yêu cầu của quỹ đạo tính toán.

- Đo đạc các thông số của quỹ đạo thực, chỉnh lý các số liệu đó.

- Xác lập luật điều khiển, thỏa mãn độ chính xác đã cho của quỹ đạo tính toán, khi độ phân hủy khối lượng cực tiểu.

Khoa học vũ trụ là sự tổng hợp của nhiều ngành khoa học quan trọng: Vật lý, Cơ học, Toán học, Công nghệ chế tạo máy, Vô tuyến điện tử, Hóa học, Y học... trong đó các bộ môn Cơ học đại cương, Cơ học chất lỏng và khí, Cơ học vật rắn biến dạng đã giải quyết những bài toán xác định những đối tượng, thông số cơ bản của chuyến bay vũ trụ, đóng vai trò quan trọng.

Nếu nhìn ngược lịch sử thì từ thời văn hóa phục hưng, trong căn phòng nhỏ bé chứa đầy các tác phẩm hội họa nổi tiếng của mình, Lê-ô-na-đô Vành-xi đã chế tạo những cánh dơi và mong ước « con người bay được như chim ». Nhưng mãi đến 5 thế kỷ sau, trong cuốn truyện viễn tưởng « Trên mặt trăng » của mình Xi-ôn-kốp-xki - người thầy của ngành du hành vũ trụ - nhà cơ học - đã thức tỉnh giấc mơ của những câu chuyện huyền thoại về vệ tinh của trái đất - mặt trăng. Chính Xi-ôn-kốp-xki là người đầu tiên khẳng định nguồn động lực dùng cho các chuyến bay vào khoảng không giữa các hành tinh và tên lửa.

Từ đó đến nay nối tiếp sự nghiệp ông, những nhà Cơ học thiên tài Ju-kốp-xki, Tra-plu-ghin, tổng công trình sư Cò-rô-lép..., những phi công vũ trụ đầu tiên lu Gagarin, Ti-tốp... và gần đây là Go-ơ-rô-bát-cơ và Phạm Tuân đã xác nhận vai trò quan trọng của cơ học trong các chuyến bay và viết tiếp những trang sử vàng chói lọi trên con đường chinh phục vũ trụ vì mục đích hòa bình./.

THÔNG BÁO

VỀ LỚP HÈ CƠ HỌC

Được sự giúp đỡ của Ủy ban K.H. và K.T. Nhà nước và Viện khoa học Việt Nam hè vừa qua Viện Cơ học đã tổ chức lớp bồi dưỡng và trao đổi về các vấn đề cơ học.

Tham gia lớp hè này có các nhà cơ học Việt Nam và Pháp: Đặng Văn Kỳ, Nguyễn Quốc Sơn (Việt kiều tại Pháp), G. Rousselier, R. Pochat, J. Wolsack và M. Pannet và đồng đạo các cán bộ nghiên cứu giảng dạy và ứng dụng cơ học của cả nước.

Các vấn đề cơ học sau đây đã được trình bày và trao đổi trong lớp hè cơ học:

- Lý thuyết phá hủy (G. Rousselier)
- Các thành tựu hiện đại trong cơ học phá hủy (Đặng Văn Kỳ)
- Phương pháp giải các bài toán tựa tĩnh của các vật thể dẻo và nhớt dẻo (Nguyễn Quốc Sơn)
- Thủy lực học bề mặt (R. Pochat)