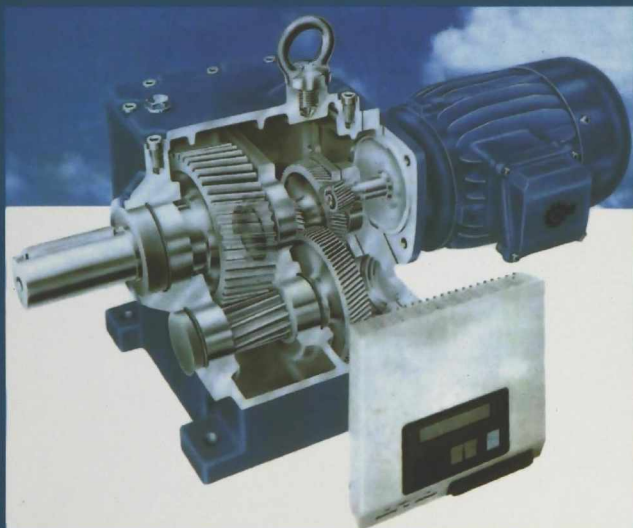


TRỊNH CHẤT - LÊ VĂN UYỂN

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ DẪN ĐỘNG CƠ KHÍ

TẬP MỘT



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PGS. TS. TRỊNH CHẤT - TS. LÊ VĂN UYẾN

TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ DẪN ĐỘNG CƠ KHÍ

TẬP MỘT

(Tái bản lần thứ mười bốn)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí là nội dung không thể thiếu trong nhiều chương trình đào tạo kỹ sư cơ khí nhằm cung cấp các kiến thức cơ sở cho sinh viên về kết cấu máy.

Nội dung bộ sách bao gồm những vấn đề cơ bản trong thiết kế máy và hệ thống dẫn động; tính toán thiết kế chi tiết máy theo các chỉ tiêu chủ yếu về khả năng làm việc; thiết kế kết cấu chi tiết máy, vỏ, khung và bệ máy; chọn cấp chính xác, lắp ghép và phương pháp trình bày bản vẽ, trong đó cung cấp nhiều số liệu mới về phương pháp tính, vẽ dung sai lắp ghép và các số liệu tra cứu khác. Thuật ngữ và kí hiệu dùng trong cuốn sách dựa theo tiêu chuẩn Nhà nước, phù hợp với thuật ngữ và kí hiệu quốc tế.

Sách được trình bày theo hướng tin học hóa nhằm tạo thuận lợi cho người sử dụng có thể lập trình để tính toán thiết kế từng chi tiết máy hoặc tính toán thiết kế hộp giảm tốc trên máy vi tính. Theo tài liệu này, các chương trình tính hệ dẫn động cơ khí đã được soạn thảo và lưu trữ tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Sách dùng làm tài liệu thiết kế môn học và thiết kế tốt nghiệp cho sinh viên ngành cơ khí các trường Đại học kỹ thuật, đồng thời có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư làm việc trong lĩnh vực tính toán thiết kế máy.

Bộ sách gồm hai tập, do PGS. TS. Trịnh Chất viết tập một và các chương 20, 21 và 24 của tập hai, cùng các phần phụ lục tương ứng. TS. Lê Văn Uyển viết phần ba và các chương 22, 23 của tập hai cùng các phần phụ lục tương ứng.

Tác giả chân thành cảm ơn đồng nghiệp trong bộ môn Cơ sở thiết kế máy và khoa Cơ khí Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội về những đóng góp quý báu trong quá trình biên soạn, đồng thời hoan nghênh và chân thành mong đợi những ý kiến bổ khuyết của bạn đọc xa gần.

CÁC TÁC GIẢ

Phần một

HỆ DẪN ĐỘNG CƠ KHÍ CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN ĐỘNG HỌC

1. NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ MÁY VÀ HỆ THỐNG DẪN ĐỘNG

1.1. NỘI DUNG THIẾT KẾ MÁY VÀ CHI TIẾT MÁY

Mỗi một máy bao gồm nhiều chi tiết máy. Các chi tiết máy có công dụng chung có mặt ở hầu hết các thiết bị và dây chuyền công nghệ. Vì vậy thiết kế chi tiết máy có vai trò rất quan trọng trong thiết kế máy nói chung.

Chi tiết máy được thiết kế ra phải thỏa mãn các yêu cầu kĩ thuật, làm việc ổn định trong suốt thời hạn phục vụ đã định với chi phí chế tạo và sử dụng thấp nhất. Đương nhiên các chi tiết máy được thiết kế ra chỉ có thể thực hiện tốt chức năng của mình trên những máy cụ thể phù hợp với công dụng của máy trong dây chuyền công nghệ. Với các máy phát và biến đổi năng lượng thì chỉ tiêu hàng đầu của máy là hiệu suất trong khi đó ở các máy cắt kim loại thì năng suất, độ chính xác gia công là những chỉ tiêu quan trọng nhất, còn ở các khí cụ đo thì độ nhạy, độ chính xác và độ ổn định của các số đo lại quan trọng hơn cả. Nói khác đi, chỉ tiêu kinh tế - kĩ thuật của chi tiết máy được thiết kế phải phù hợp với chỉ tiêu kinh tế - kĩ thuật của toàn máy. Đó trước hết là năng suất, độ tin cậy và tuổi thọ cao, kinh tế trong chế tạo và sử dụng, thuận lợi và an toàn trong chăm sóc bảo dưỡng, khối lượng giảm. Ngoài ra còn có các yêu cầu khác, tùy theo trường hợp cụ thể, chẳng hạn như khuôn khổ kích thước nhỏ gọn, làm việc êm, hình thức đẹp v.v...

Xuất phát từ các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật trên đây, thiết kế máy bao gồm các nội dung sau :

- a) Xác định nguyên tắc hoạt động và chế độ làm việc của máy dự định thiết kế.
- b) Lập sơ đồ chung toàn máy và các bộ phận máy thỏa mãn các yêu cầu cho trước. Đề xuất một số phương án thực hiện, đánh giá và so sánh các phương án để tìm ra phương án phù hợp nhất đáp ứng nhiều nhất các yêu cầu đã được đặt ra.

c) Xác định lực hoặc mômen tác dụng lên các bộ phận máy và đặc tính thay đổi của tải trọng.

d) Chọn vật liệu thích hợp nhằm sử dụng một cách có lợi nhất tính chất đa dạng và khác biệt của vật liệu để nâng cao hiệu quả và độ tin cậy làm việc của máy.

e) Thực hiện các tính toán động học, lực, độ bền và các tính toán khác nhằm xác định kích thước của chi tiết máy, bộ phận máy và toàn máy.

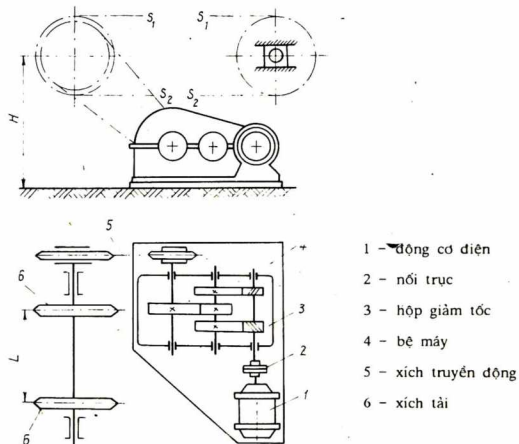
g) Thiết kế kết cấu các chi tiết máy, bộ phận máy và toàn máy thỏa mãn các chỉ tiêu về khả năng làm việc đồng thời đáp ứng các yêu cầu công nghệ và lắp ghép.

h) Lập thuyết minh, các hướng dẫn về sử dụng và sửa chữa máy.

Với nội dung như trên, rõ ràng rằng thiết kế máy là công việc rất phức tạp, đòi hỏi những hiểu biết sâu sắc về lý thuyết và thực hành. Đương nhiên bằng việc giao các đề tài thiết kế thích hợp, công việc của người kỹ sư tương lai sẽ đơn giản hơn. Trên h.1.1 là một thí dụ : Thiết kế hệ dẫn động xích tải để vận chuyển than. Ở đây đã cho trị số và đặc tính tải trọng, vận tốc và các thông số cần thiết khác, do vậy người thiết kế không cần thiết phải thực hiện các nội dung khá phức tạp a) và b) và như vậy nội dung thiết kế chỉ còn bao gồm các bước : tính toán động học, chọn động cơ điện và phân phối tỉ số truyền, tính toán thiết kế các chi tiết máy, thiết kế kết cấu chi tiết máy và bộ phận máy, thực hiện các bản vẽ chung, bản vẽ lắp hộp giảm tốc và khung bộ, bản vẽ chế tạo và viết thuyết minh.

Tất nhiên trong quá trình thiết kế, sau khi đã xác định được một số thông số như công suất, tỉ số truyền và một số kích thước khác, người thiết kế có thể có những nhận xét và đánh giá xem các số liệu thiết kế đã cho có phù hợp với loại hộp giảm tốc, sơ đồ hệ thống và phương án dẫn động hay không.

Như vậy tính toán thiết kế chi tiết máy là phần quan trọng của thiết kế máy và đó là môn học chi tiết máy với nội dung thiết kế các hệ thống dẫn động băng tải, xích tải, thùng trộn v.v... chính là công việc thiết kế kết cấu đầu tiên của sinh viên. Nắm vững nội dung thiết kế và hoàn thành cơ chất lượng đồ án này, sinh viên sẽ có điều kiện để thực hiện tốt các thiết kế khác cũng như thiết kế tốt nghiệp sau này.



Hình 1.1. Sơ đồ hệ dẫn động xích tải

1.2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÁY VÀ CHI TIẾT MÁY

Đối với phần lớn sản phẩm, hoàn thành thiết kế chỉ là kết quả đầu tiên của công việc thiết kế. Thông qua việc chế thử, các nhược điểm về kết cấu, công nghệ của bản thiết kế, kể cả các sai sót về tính toán, sự không phù hợp về kích thước, tính không công nghệ, các khó khăn trong chăm sóc bảo dưỡng máy v.v..., sẽ được phát hiện và sửa chữa.

Dương nhiên việc thay đổi kết cấu ở các mẫu máy thử nghiệm đòi hỏi phương tiện và thời gian. Chi phí này càng ít nếu thiết kế đầu tiên được nghiên cứu, tính toán càng cẩn thận. Sự thay đổi dù là không đáng kể về hình dáng và kích thước của chi tiết này hoặc chi tiết khác cũng gây ra những khó khăn lớn, vì điều đó liên quan đến hàng loạt chi tiết khác. Vì vậy người thiết kế phải nắm vững từng kích thước, từng đường nét của bản vẽ, từng yếu tố kết cấu trên cơ sở các tính toán chính xác và chú ý đầy đủ đến đặc điểm tính toán chi tiết máy cũng như phương pháp thiết kế máy nói chung.

1.2.1. ĐẶC ĐIỂM TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Trong thực tế tính toán chi tiết máy gặp rất nhiều khó khăn như : hình dáng chi tiết máy khá phức tạp, các yếu tố lực không biết được chính xác, có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng làm việc của chi tiết máy chưa được phản ánh đầy đủ vào công thức tính. Vì vậy người thiết kế cần lưu ý những đặc điểm tính toán chi tiết máy dưới đây để xử lý trong quá trình thiết kế.

a) Tính toán xác định kích thước chi tiết máy thường tiến hành theo hai bước : tính thiết kế và tính kiểm nghiệm, trong đó do điều kiện làm việc phức tạp của chi tiết máy, tính thiết kế thường được đơn giản hóa và mang tính chất gần đúng. Từ các kết cấu và kích thước đã chọn, qua bước tính kiểm nghiệm sẽ quyết định lần cuối giá trị của các thông số và kích thước cơ bản của chi tiết máy.

b) Bên cạnh việc sử dụng các công thức chính xác để xác định những yếu tố quan trọng nhất của chi tiết máy, rất nhiều kích thước của các yếu tố kết cấu khác được tính theo công thức kinh nghiệm, chẳng hạn đối với bánh răng, ngoài đường kính và chiều rộng vành răng được xác định từ chỉ tiêu về độ bền, các kích thước còn lại của vành răng và máy được xác định theo quan hệ kết cấu, dựa theo lời khuyên trong tài liệu kĩ thuật. Các công thức kinh nghiệm này thường cho trong một phạm vi rộng, do đó khi sử dụng cần cân nhắc lựa chọn cho phù hợp với trường hợp cụ thể của đề tài thiết kế.

c) Trong tính toán thiết kế, số ẩn số thường nhiều hơn số phương trình, vì vậy cần dựa vào các quan hệ kết cấu để chọn trước một số thông số, trên cơ sở đó mà xác định các thông số còn lại. Mặt khác nên kết hợp tính toán với vẽ hình, vì rằng rất nhiều kích thước cần cho tính toán (chẳng hạn khoảng cách giữa các gối đỡ, vị trí đặt lực...) chỉ có thể nhận được từ hình vẽ, đồng thời từ các hình vẽ cũng có thể kiểm tra và phát hiện các sai sót trong tính toán.

d) Cùng một nội dung thiết kế có thể có nhiều giải pháp thực hiện. Vì vậy trong tính toán thiết kế chi tiết máy nên chọn đồng thời một số phương án để tính toán, so sánh, trên cơ sở đó xác định phương án có lợi nhất đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế

kĩ thuật. Chọn được phương án kết cấu có lợi nhất đó chính là yêu cầu cao nhất trong thiết kế máy, nhiệm vụ này đòi hỏi người thiết kế biết vận dụng sáng tạo các vấn đề lí thuyết kết hợp với các kinh nghiệm rút ra từ thực tiễn sản xuất.

e) Ngày nay, khi kĩ thuật tin học đang xâm nhập mạnh mẽ vào mọi ngành khoa học và công nghệ, việc nắm vững và ứng dụng các kiến thức tin học phục vụ tự động hóa thiết kế chi tiết máy càng trở nên cấp thiết và chắc chắn sẽ góp phần nâng cao chất lượng thiết kế, tiết kiệm được thời gian và công sức thiết kế. Tỉ mỉ về vấn đề này xem trong mục 24 (tập hai).

1.2.2. CÁC NGUYÊN TẮC VÀ GIẢI PHÁP TRONG THIẾT KẾ

Trong quá trình thiết kế máy, người thiết kế cần thực hiện đúng những quy định và cân nhắc để giải quyết tốt các vấn đề sau đây :

a) Thực hiện đúng nhiệm vụ thiết kế. Các số liệu kĩ thuật phải được tuân thủ triệt để. Trong quá trình thực hiện, nếu người thiết kế (hoặc sinh viên) có những đề xuất góp phần hoàn thiện từng phần hoặc toàn bộ nội dung và nhiệm vụ thiết kế thì điều đó cần được sự thỏa thuận của bên đặt hàng (hoặc người hướng dẫn).

b) Kết cấu cần có sự hài hòa về kích thước của các bộ phận máy và chi tiết máy, về hệ số an toàn, tuổi thọ và độ tin cậy làm việc.

Sự hài hòa về mặt kích thước của các bộ phận máy trong hệ dẫn động có thể được thực hiện bằng nhiều biện pháp như chọn loại truyền động (truyền động thường, truyền động hành tinh, truyền động trục vít...), loại khớp nối, sự phân phối tỉ số truyền trong hệ dẫn động, chọn vật liệu v.v... Mặt khác yêu cầu về độ tin cậy làm việc không cho phép tồn tại trong hệ thống dù chỉ là một yếu tố không đủ bền hoặc tuổi thọ không đảm bảo, bởi vì điều đó làm giảm độ tin cậy làm việc của cả hệ thống. Tuy nhiên trong thực tế lại gặp trường hợp các yếu tố khác nhau của kết cấu được tính theo tuổi thọ hoặc thời hạn làm việc khác nhau. Chẳng hạn, trục có thể làm việc lâu dài, trong khi ổ lăn có tuổi thọ xác định. Khi đó nếu chọn ổ lăn có tuổi thọ lớn hơn, chẳng hạn bằng tuổi thọ của máy, có thể gây ra tình trạng làm tăng một cách không hợp lí trọng lượng và kích thước toàn máy. Vì vậy giải pháp ở đây là chọn ổ lăn có tuổi thọ ngắn hơn và tiến hành thay ổ trong các kì đại tu hoặc trung tu máy. Vấn đề quan trọng ở đây là không cho phép bất kì một chi tiết nào được hư hỏng trước thời hạn quy định.

c) Bố trí hợp lí các đơn vị lắp, đảm bảo kích thước khuôn khổ nhỏ gọn, tháo lắp thuận tiện, điều chỉnh và chăm sóc bảo dưỡng đơn giản, thuận lợi. Trong các đầu đế thiết kế chi tiết máy, thường cho trước sơ đồ bố trí các đơn vị lắp và loại đơn vị lắp (xem h.1.1). Trong trường hợp này người thiết kế cần biết đánh giá ưu nhược điểm của sơ đồ bố trí đã cho và biết lựa chọn sơ đồ thích hợp nhất với những điều kiện cụ thể.

d) Lựa chọn một cách có căn cứ vật liệu và phương pháp nhiệt luyện, đảm bảo giảm được khối lượng sản phẩm, giảm chi phí của các vật liệu đắt tiền và giảm giá thành kết cấu. Để chế tạo các chi tiết có ảnh hưởng quyết định đến kích thước và khối lượng sản phẩm (chẳng hạn bánh răng trong hộp số ôtô) nên sử dụng rộng rãi các loại thép hợp kim và các phương pháp nhiệt luyện như tôi, thấm carbon, thấm nitơ... Trái lại, nếu không yêu cầu kích thước và khối lượng phải gọn, nhẹ thì nên chọn vật liệu rẻ tiền hơn, nhiệt luyện đạt độ rắn thấp hơn ($HB < 350$) như thế sẽ giảm được chi phí gia công.