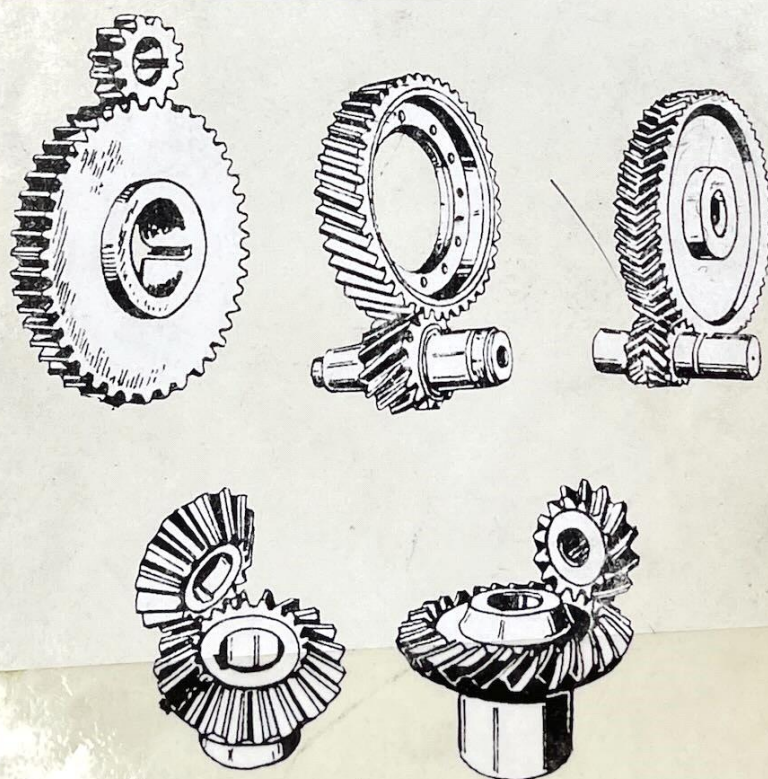


NGUYỄN TRỌNG HIỆP

CHI TIẾT MÁY

TẬP MỘT



TRƯỜNG CDCN HỒ THỦY VIỆN
Trial Version
Mã sách: *01CK667*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Được sự ủy nhiệm của Ban thư kí môn học chi tiết máy các Trường Đại học, năm 1969 chúng tôi đã biên soạn cuốn sách "Chi tiết máy" theo chương trình do Bộ Đại học và Trung học chuyên nghiệp duyệt, Nhà xuất bản Đại học và THCN xuất bản. Trên cơ sở tiếp thu những kinh nghiệm giảng dạy và được sự phân công của tập thể bộ môn Chi tiết máy Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, chúng tôi soạn lại cuốn sách này. Nhiều chương được viết mới, bổ sung hoặc sửa đổi nhằm đáp ứng yêu cầu cải cách giáo dục và phản ánh một số thành tựu khoa học mới trong tính toán thiết kế chi tiết máy. Trong phần đầu của cuốn sách có trình bày đầy đủ hơn những kiến thức cơ bản về tính toán thiết kế máy và chi tiết máy.

Cuốn sách có thể dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên các ngành Cơ khí của các Trường Đại học kĩ thuật, đồng thời làm tài liệu tham khảo để tính toán thiết kế máy và chi tiết máy.

Tác giả chân thành cảm ơn các đồng nghiệp trong bộ môn Chi tiết máy và khoa Cơ học máy Trường Đại học Bách khoa, Hà Nội về những giúp đỡ quý báu trong quá trình biên soạn.

Để cuốn sách ngày càng được hoàn thiện hơn, chúng tôi rất mong nhận được các ý kiến đóng góp quý báu của độc giả. Mọi ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang		Trang
Lời nói đầu	3	Chương 7. GHÉP BẰNG THEN, THEN HOA VÀ TRỤC ĐỊNH HÌNH	
Mở đầu	5	7.1. Ghép bằng then.....	88
Phần thứ nhất. NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY	7	7.2. Ghép bằng then hoa	92
Chương 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ THIẾT KẾ MÁY VÀ CHI TIẾT MÁY		7.3. Ghép bằng trục định hình	95
1.1. Nội dung và trình tự thiết kế máy	7	Chương 8. GHÉP BẰNG REN	
1.2. Khái quát về các yêu cầu đối với máy và chi tiết máy.....	9	8.1. Khái niệm chung	96
1.3. Tải trọng và ứng suất.....	11	8.2. Tính bulông (vít).....	104
1.4. Độ bền mỏi của chi tiết máy	16	8.3. Tính mối ghép nhóm bulông	112
1.5. Chọn vật liệu	25	8.4. Thí dụ	118
1.6. Vấn đề tiêu chuẩn hoá chi tiết máy	33	Phần thứ ba. TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ	121
Chương 2. NHỮNG CHỈ TIÊU CHỦ YẾU VỀ KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY		Chương 9. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH MA SÁT	
2.1. Độ bền.....	36	9.1. Khái niệm chung	123
2.2. Độ bền mòn.....	40	9.2. Cơ học truyền động bánh ma sát	124
2.3. Độ cứng.....	42	9.3. Tính độ bền bộ truyền bánh ma sát	129
2.4. Khả năng chịu nhiệt.....	43	9.4. Vật liệu và ứng suất cho phép	131
2.5. Độ ổn định dao động.....	45	9.5. Bộ biến tốc vô cấp	132
Chương 3. ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐỘ TIN CẬY CỦA MÁY VÀ CHI TIẾT MÁY		9.6. Thí dụ	133
3.1. Ý nghĩa của vấn đề độ tin cậy	46	Chương 10. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG	
3.2. Khái niệm về tính toán xác suất.....	47	10.1. Khái niệm chung	134
3.3. Các chỉ tiêu đánh giá độ tin cậy	52	10.2. Tải trọng trong truyền động bánh răng.....	144
3.4. Phương hướng nâng cao độ tin cậy của chi tiết máy và máy	55	10.3. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán bộ truyền bánh răng	150
Phần thứ hai. CÁC CHI TIẾT MÁY GHÉP	57	10.4. Tính toán độ bền bộ truyền bánh răng trụ ...	153
Chương 4. GHÉP BẰNG ĐỊNH TÁN		10.5. Truyền động bánh răng côn.....	164
4.1. Khái niệm chung.....	58	10.6. Vật liệu, nhiệt luyện bánh răng và ứng suất cho phép	172
4.2. Tính mối ghép chắc.....	60	10.7. Trình tự thiết kế bộ truyền bánh răng. Thí dụ	179
4.3. Tính mối ghép chắc kín.....	65	10.8. Truyền động bánh răng trụ chéo và truyền động bánh răng côn chéo	186
Chương 5. GHÉP BẰNG HÀN		Chương 11. TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT	
5.1. Khái niệm chung.....	66	11.1. Khái niệm chung	188
5.2. Kết cấu các mối hàn và cách tính độ bền	67	11.2. Cơ học truyền động trục vít	194
5.3. Độ bền của mối hàn và ứng suất cho phép.....	76	11.3. Tính độ bền bộ truyền trục vít	197
5.4. Thí dụ.....	79	11.4. Vật liệu và ứng suất cho phép.....	202
Chương 6. GHÉP BẰNG ĐỘ DÔI		11.5. Tính toán nhiệt, làm nguội và bôi trơn	205
6.1. Khái niệm chung.....	81	11.6. Trình tự thiết kế bộ truyền trục vít. Thí dụ ..	207
6.2. Tính mối ghép bằng độ dôi	83	11.7. Truyền động trục vít lõm (trục vít glôbôit). 210	

MỞ ĐẦU

1 – KHÁI NIỆM VỀ CHI TIẾT MÁY

Bất kỳ một máy nào, dù là đơn giản hay phức tạp, cũng đều được cấu tạo bởi nhiều *bộ phận máy*. Thí dụ máy tiện gồm bàn máy, ụ đứng, ụ động, hộp tốc độ, bàn dao, cơ cấu truyền dẫn từ động cơ đến hộp tốc độ v.v...

Mỗi bộ phận máy lại gồm nhiều *chi tiết máy*, chẳng hạn như ụ đứng của máy tiện gồm có ụ, trục chính, ổ trục, bánh răng, trục v.v...

Vậy chi tiết máy là phần tử cấu tạo đầu tiên hoàn chỉnh của máy. Mặc dù chi tiết máy gồm rất nhiều loại, kiểu, khác nhau về hình dạng, kích thước, về nguyên lý làm việc, về tính năng v.v... nhưng trên quan điểm thiết kế, có thể xếp chúng vào hai nhóm : các chi tiết máy có công dụng chung và các chi tiết máy có công dụng riêng.

Chi tiết máy có công dụng chung như bu lông, bánh răng, trục, ổ trục v.v... là các chi tiết máy được dùng phổ biến trong nhiều loại máy khác nhau. Những chi tiết máy này nếu cùng loại thì có công dụng giống nhau, đảm nhận những chức năng như nhau, không phụ thuộc vào mục đích làm việc của máy. Do đó có thể tách riêng các chi tiết máy có công dụng chung để nghiên cứu trong một lĩnh vực khoa học độc lập : *môn Chi tiết máy*.

Chi tiết máy có công dụng riêng như trục khuỷu, van, cam, bánh tua bin v.v... chỉ được dùng trong một số loại máy nhất định. Hoạt động của các chi tiết máy có công dụng riêng có liên quan mật thiết với quá trình làm việc của các máy tương ứng, do đó thường được nghiên cứu cùng với các máy này. Phương pháp tính toán, thiết kế các chi tiết máy có công dụng riêng được trình bày trong các giáo trình chuyên môn, như giáo trình động cơ đốt trong, máy cắt kim loại v.v...

2 – NHIỆM VỤ, TÍNH CHẤT VÀ NỘI DUNG MÔN HỌC

Chi tiết máy là môn khoa học nghiên cứu về các phương pháp tính toán và thiết kế các chi tiết máy có công dụng chung. Môn học Chi tiết máy có nhiệm vụ trình bày những kiến thức cơ bản về cấu tạo, nguyên lý làm việc và phương pháp tính toán thiết kế các chi tiết máy có công dụng chung, nhằm bồi dưỡng cho sinh viên khả năng giải quyết những vấn đề tính toán và thiết kế các chi tiết máy, làm cơ sở để vận dụng vào việc thiết kế máy.

Trong môn học Chi tiết máy có sự kết hợp chặt chẽ giữa lý thuyết với thực nghiệm. Lý thuyết tính toán các chi tiết máy được xây dựng trên cơ sở những kiến thức về toán học, vật lý, cơ học lý thuyết, nguyên lý máy, sức bền vật liệu v.v..., được xác minh và hoàn thiện qua thí nghiệm và thực tiễn sản xuất.

Cũng có thể nói rằng môn chi tiết máy là môn khoa học về thiết kế hợp lý các chi tiết máy có công dụng chung. Vấn đề thiết kế hợp lý các chi tiết máy đòi hỏi sự vận dụng sáng tạo những kiến thức khoa học vào thực tiễn sản xuất, kết hợp chặt chẽ giữa lý thuyết với thực hành. Vì vậy, song song với việc truyền thụ những hiểu biết cơ bản cho sinh viên về cấu tạo, nguyên lý làm việc và các phương pháp tính toán thiết kế chi tiết máy, cần bồi dưỡng khả năng phân tích và tổng hợp vấn đề, biết vận dụng linh hoạt lý thuyết vào thực tiễn, để trong từng trường hợp cụ thể có thể giải quyết tốt nhất các vấn đề thiết kế chi tiết máy.

Chi tiết máy là một môn kĩ thuật cơ sở trong chương trình đại học kĩ thuật. Đối với các ngành cơ khí, chi tiết máy là môn kĩ thuật cơ sở cuối cùng, là khâu nối giữa phần bồi dưỡng những tri thức về khoa học kĩ thuật cơ bản với phần bồi dưỡng kiến thức chuyên môn.

Nội dung môn học này gồm bốn phần :

- Những vấn đề cơ bản trong thiết kế các chi tiết máy (cơ sở thiết kế chi tiết máy).
- Các chi tiết máy ghép.
- Các chi tiết máy truyền động.
- Các chi tiết máy đỡ, nối, các chi tiết máy quay (trục, ổ trục, khớp nối) và lò xo.

Ngoài việc làm các bài tập về tính toán, thiết kế các chi tiết máy trong mỗi chương, sau khi học xong chương trình lí thuyết, mỗi học sinh sẽ làm một đồ án môn học với nội dung : thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí của một máy công tác. Qua lí thuyết và đồ án môn học chi tiết máy, trình độ thiết kế cơ khí của học sinh bước đầu được củng cố, làm cơ sở cho việc thiết kế máy, được tiến hành vào những năm cuối của khoá học.

3 - VÀI NÉT VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MÔN HỌC CHI TIẾT MÁY

Hình tượng của các chi tiết máy giản đơn đã xuất hiện trong các dụng cụ và vũ khí thời cổ xưa, trước hết là đòn bẩy và chêm. Hơn 25 nghìn năm về trước, loài người đã biết lợi dụng lực đàn hồi của cánh cung, phôi thai của lò xo. Hơn 4000 năm trước đây đã dùng các con lăn trong vận chuyển các vật nặng, nghĩa là đã biết lợi dụng ma sát lăn để thay ma sát trượt. Bánh xe, trục và ổ trục trong các xe thời xưa là những chi tiết máy đầu tiên làm việc trong những điều kiện tương tự như điều kiện làm việc trong máy. Tời và ròng rọc được dùng từ lâu trong các công trình xây dựng nhà thờ và tháp cổ.

Từ hàng mấy trăm năm trước Công nguyên, loài người đã dùng các trục bằng kim loại, bánh răng, trục khuỷu, con lăn, pa lăng v.v... Hộp giảm tốc truyền động bằng bánh răng, trục vít đã được mô tả trong sách của Alêxandri ở cuối thế kỉ thứ ba.

Ở nước ta từ lâu đã biết dùng ổ trục (trong guồng nước, sa kéo sợi) hoặc bánh răng (trong máy ép mía) và nhiều chi tiết máy khác. Thời Lí, Trần đã chế tạo được máy đồng hồ đơn giản, rùa máy bơi dưới nước v.v..., song rất tiếc là chưa tìm thấy tài liệu trình bày cụ thể các vấn đề này.

Lí thuyết về tính toán chi tiết máy được phát triển theo sự xuất hiện và hoàn thiện các kết cấu máy. Những tính toán đơn giản như xác định tỉ số truyền và lực tác dụng đã ra đời từ thời cổ Hy Lạp. Có lẽ Lêôna Đờvanxi là người đầu tiên nghiên cứu các vấn đề về chi tiết máy như : sức cản chuyển động của các bánh xe và ròng rọc, mòn trong ổ trục v.v...

Về sau đã xuất hiện nhiều bác học có những công trình lớn cho khoa học chi tiết máy như : Ole, người đã xây dựng lí thuyết ma sát của đai trên bánh đai và đề xướng lí thuyết ăn khớp của bánh răng thân khai ; Pêtorôp, Rây nô n, Misen có nhiều cống hiến về lí thuyết bôi trơn thuỷ động ; Vilít, Bakinhem, Merit trong lĩnh vực bánh răng ; Storibêch, Panmôgren về tính toán ổ lăn, v.v...

Trước đây, các vấn đề của chi tiết máy cũng như cơ học lí thuyết, sức bền vật liệu, cơ học ứng dụng, v.v... được tập hợp trong một môn khoa học tổng hợp về chế tạo máy. Đó là vì thời ấy máy móc còn đơn giản và ít, tính toán về máy còn ở trình độ thấp. Về sau, máy móc ngày càng phát triển với công suất và tốc độ cao, nhiều loại máy mới xuất hiện, trình độ chế tạo tiến bộ không ngừng, kinh nghiệm và kiến thức ngày càng phong phú, khoa học tổng hợp về chế tạo máy được chia thành nhiều môn độc lập, trong đó có môn "Chi tiết máy".

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Chương 1

ĐẠI CƯƠNG VỀ THIẾT KẾ MÁY VÀ CHI TIẾT MÁY

1.1. NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THIẾT KẾ MÁY

Máy được thiết kế ra phải thoả mãn các yêu cầu về kĩ thuật mà trước hết là năng suất, độ tin cậy và tuổi thọ, giá thành và khối lượng (trọng lượng) máy. Ngoài ra, tùy từng trường hợp cụ thể, còn có thể có các yêu cầu như : khuôn khổ kích thước nhỏ gọn, chuyển động ổn định, làm việc không ồn, thao tác sử dụng dễ dàng, hình thức đẹp v.v...

1.1.1. Nội dung thiết kế máy

Thiết kế máy nhằm thoả mãn các yêu cầu trên là một công việc phức tạp, mà nội dung chủ yếu bao gồm các vấn đề :

- Xác định nguyên tắc hoạt động và chế độ làm việc của máy được thiết kế.
- Lập sơ đồ chung toàn máy và các bộ phận máy, thoả mãn các yêu cầu cho trước.
- Xác định lực, mômen tác dụng lên các bộ phận máy và đặc tính thay đổi của tải trọng theo thời gian.
- Chọn vật liệu chế tạo các chi tiết máy.
- Tiến hành tính toán về động học, động lực học, về khả năng làm việc, tính toán kinh tế v.v..., định hình dạng, kích thước tất cả các bộ phận và chi tiết máy.
- Quy định công nghệ chế tạo các chi tiết máy và lắp ráp các bộ phận máy.
- Lập thuyết minh và các chỉ dẫn về sử dụng và sửa chữa máy.

Trong quá trình thiết kế, việc lựa chọn kết cấu phải dựa trên cơ sở đảm bảo tính hợp lí về các mặt kĩ thuật và kinh tế. Thông thường muốn đạt được một kết cấu hợp lí, cần phải nghiên cứu, phân tích một số phương án, đánh giá và so sánh để tìm ra phương án tốt nhất, đáp ứng đầy đủ nhất các yêu cầu đã được đặt ra.

1.1.2. Trình tự thiết kế chi tiết máy

Thiết kế chi tiết máy là một phần công việc trong quá trình thiết kế máy, thường được tiến hành theo trình tự sau :

– Lập sơ đồ tính toán, trong đó kết cấu đã được đơn giản hoá, các lực tác dụng được coi như tập trung hoặc phân bố theo một quy luật nào đó.

– Xác định tải trọng tác dụng lên chi tiết máy.

– Chọn vật liệu thích hợp với điều kiện làm việc của chi tiết máy, khả năng gia công và có xét đến các yếu tố kinh tế (giá thành, vấn đề cung ứng vật liệu, tuổi thọ cần thiết, v.v...).

– Tính toán các kích thước chính của chi tiết máy theo các chỉ tiêu chủ yếu về khả năng làm việc. Các tính toán này thường là *tính toán sơ bộ*, bởi vì chỉ dựa trên các sơ đồ đã được đơn giản hoá, các nhân tố về tải trọng và ứng suất chưa được đánh giá chính xác v.v...

– Dựa theo tính toán và các điều kiện chế tạo, lắp ghép v.v... vẽ kết cấu cụ thể của chi tiết máy với đầy đủ kích thước, dung sai, độ nhám bề mặt, các yêu cầu đặc biệt về công nghệ (nhiệt luyện, mạ, lăn ép tăng bền v.v...).

– Tiến hành *tính toán kiểm nghiệm* theo các chỉ tiêu chủ yếu về khả năng làm việc, cụ thể là xác định hệ số an toàn tại các tiết diện nguy hiểm, xác định biến dạng, nhiệt độ của bộ phận máy, v.v... và so sánh với các trị số cho phép. Nếu thấy không thoả mãn các chỉ tiêu quy định, phải sửa đổi lại kích thước, kết cấu và kiểm nghiệm lại.

1.1.3. Một số đặc điểm trong tính toán thiết kế chi tiết máy

– Điều kiện làm việc của chi tiết máy thường rất phức tạp, do đó không phải bao giờ cũng có thể phân tích được tường tận và quy về được những công thức chính xác. Để giải quyết những khó khăn trong tính toán (thí dụ như sự phức tạp về hình dạng chi tiết máy và về các hiện tượng xảy ra khi các chi tiết máy tác dụng tương hỗ nhau, các yếu tố tải trọng rất khó xác định chính xác, v.v...) người ta thường dùng các giả thiết nhằm đơn giản hoá vấn đề và đưa ra những phương pháp tính toán có tính chất quy ước, những công thức gần đúng hoặc những công thức kinh nghiệm. Vì vậy, bên cạnh những công thức chính xác, trong tính toán chi tiết máy thường dùng các công thức gần đúng hoặc công thức kinh nghiệm.

Cũng bởi vì lúc suy diễn công thức gần đúng ta dựa vào một số giả thiết, còn công thức kinh nghiệm thì được thiết lập trên cơ sở thực nghiệm, cho nên chúng không có tính chất tổng quát. Khi sử dụng những công thức gần đúng hoặc kinh nghiệm cần chú ý điểm này và không được áp dụng chúng một cách tùy tiện.

Sai số trong tính toán theo công thức gần đúng và công thức kinh nghiệm được bù lại bằng cách chọn hợp lý ứng suất cho phép hoặc hệ số an toàn.

– Thiết kế chi tiết máy nhiều khi phải tiến hành tính toán sơ bộ và sau đó kiểm nghiệm lại.

Trường hợp dễ xác định ứng suất, có thể sau một lần tính toán là quyết định được kích thước của chi tiết máy. Nhưng thường rất khó xác định chính xác lực tác dụng. Do đó phải dùng bước tính sơ bộ để định kích thước một cách gần đúng, rồi vẽ kết cấu chi tiết máy, tính chính xác trị số ứng suất và tiến hành kiểm nghiệm. Nếu tính toán kiểm nghiệm cho thấy ứng suất sinh ra trong chi tiết máy bằng hoặc gần bằng ứng suất cho phép, việc thiết kế được coi là hoàn thành. Nếu ứng suất tính ra nhỏ hơn hoặc lớn hơn ứng suất cho phép khá nhiều, cần phải thay đổi kết cấu và kích thước rồi kiểm nghiệm lại cho tới khi nào phù hợp.