

MỤC LỤC

Đề mục	Trang
LỜI TỰA	Error! Bookmark not defined.
MỤC LỤC	1
GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC	5
CÁC HÌNH THỨC HỌC TẬP CHÍNH TRONG MÔN HỌC	8
YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ HOÀN THÀNH MÔN HỌC	9
NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN BIẾT KHI THÍ NGHIỆM SỨC BỀN VẬT LIỆU	10
1. Ý nghĩa của việc nghiên cứu bằng thực nghiệm	10
2. Các điểm cần chú ý khi thí nghiệm	11
3. Các chú ý khi làm phức trình thí nghiệm.....	11
4. Tính kết quả đại lượng đo bằng phương pháp bình phương cực tiểu ..	11
BÀI 1 KÉO NÉN ĐÚNG TÂM Mã bài: CKT1	14
1. Nội lực - Ứng suất	14
2. Khái niệm về kéo - nén đúng tâm.....	16
3. Ứng suất trên mặt cắt ngang	17
4. Biến dạng.....	19
5. Chuyển vị các điểm của hệ thanh liên kết khớp	20
6. Điều kiện bền và điều kiện cứng	23
7. Hệ siêu tĩnh.....	26
8. Thí nghiệm trong phòng thí nghiệm thiết bị	27
9. Câu hỏi ôn tập	31
10. Bài tập.....	31
BÀI 2 TÍNH CÁC MỐI NỐI GHÉP Mã bài: CKT2	34
1. Tính toán các mối nối ghép bằng đinh tán, bulông.....	34
2. Tính các mối hàn	36
3. Câu hỏi ôn tập	39
4. Bài tập.....	39
BÀI 3 TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG. ĐỊNH LUẬT HUC	43
1. Ứng suất	43
2. Biến dạng.....	52
3. Định luật Huc	54
4. Thực hành thí nghiệm.....	55
5. Câu hỏi ôn tập	58
6. Bài tập.....	59

BÀI 4 CÁC THUYẾT BỀN Mã bài: CKT4	60
1. Khái niệm về lý thuyết bền.....	60
2. Các thuyết bền.....	61
3. Áp dụng các thuyết bền	63
4. Câu hỏi ôn tập	65
5. Bài tập.....	65
BÀI 5 ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CỦA MẶT CẮT NGANG Mã bài: CKT5	67
1. Khái niệm chung	67
2. Mômen tĩnh của mặt cắt ngang đối với một trục	67
3. Mômen quán tính của mặt cắt ngang	69
4. Công thức chuyển trục song song của mômen quán tính.....	75
5. Công thức xoay trục của mômen quán tính	72
6. Câu hỏi ôn tập	73
7. Bài tập.....	74
BÀI 6 XOẮN THUẦN TUYẾT THANH THẲNG Mã bài: CKT6	76
1. Khái niệm chung	76
2. Ứng suất trên mặt cắt ngang của thanh tròn chịu xoắn thuần túy	79
3. Biểu thức liên hệ giữa ứng suất tiếp với thành phần mômen xoắn nội lực.....	79
4. Biến dạng của thanh tròn chịu xoắn	80
5. Điều kiện bền và điều kiện cứng	81
6. Bài toán siêu tĩnh	84
7. Tính lò xo hình trụ có bước ngắn chịu kéo – nén.....	85
8. Thí nghiệm xoắn thuần túy các mẫu thép và gang.....	87
9. Câu hỏi ôn tập	89
10. Bài tập.....	89
BÀI 7 UỐN PHẪNG Mã bài: CKT7	92
1. Định nghĩa và phân loại	92
2. Nội lực và biểu đồ nội lực	93
3. Dầm chịu uốn thuần túy phẳng.....	96
4. Dầm chịu uốn ngang phẳng.....	101
5. Dầm chống uốn đều	107
6. Chuyển vị của dầm chịu uốn	108
7. Thí nghiệm đo chuyển vị thẳng và góc xoay trong dầm uốn ngang phẳng	113
8. Câu hỏi ôn tập	115

9. Bài tập.....	115
BÀI 8 THANH CONG PHẪNG Mã bài: CKT8.....	119
1. Khái niệm chung	119
2. Tính thanh cong chịu uốn thuần túy	120
3. Tính thanh cong chịu lực phức tạp	122
4. Xác định đường trung hoà của một số mặt cắt thường gặp	123
5. Các ví dụ.....	123
6. Thí nghiệm xác định ứng suất trong thanh cong	127
7. Câu hỏi ôn tập	129
8. Bài tập.....	130
BÀI 9 ỔN ĐỊNH Mã bài: CKT9.....	131
1. Lực tới hạn của một thanh chịu nén đúng tâm	131
2. Tính ổn định thanh chịu nén đúng tâm	131
3. Hình dáng mặt cắt hợp lý khi chịu nén đúng tâm (Hình 9-5).....	139
4. Ổn định của dầm chịu uốn ngang phẳng.....	139
5. Thí nghiệm xác định lực tới hạn khi uốn dọc.....	142
6. Câu hỏi ôn tập	145
7. Bài tập.....	145
BÀI 10 UỐN NGANG VÀ UỐN DỌC ĐỒNG THỜI Mã bài: CKT10	147
1. Khái niệm chung	147
2. Phương trình độ võng và nội lực khi kể đến ảnh hưởng của uốn dọc	148
3. Ứng suất trên mặt cắt ngang	148
4. Điều kiện bền	149
5. Câu hỏi ôn tập	152
6. Bài tập.....	152
BÀI 11 TẢI TRỌNG ĐỘNG Mã bài: CKT11	154
1. Khái niệm chung	154
2. Tính hệ chuyển động thẳng có gia tốc không đổi.....	155
3. Vật quay quanh một trục có vận tốc góc không đổi.....	157
4. Dao động của hệ đàn hồi một bậc tự do	159
5. Va chạm.....	163
6. Thí nghiệm nghiên cứu tác động của tải trọng va chạm trên một dầm.....	167
7. Câu hỏi ôn tập	170
8. Bài tập.....	171
BÀI 12 TÍNH ĐỘ BỀN KHI ỨNG SUẤT THAY ĐỔI THEO THỜI GIAN.....	172
1. Khái niệm về ứng suất thay đổi và hiện tượng mỏi.	172

2. Các đặc trưng cơ bản của chu trình ứng suất.....	173
3. Các yếu tố ảnh hưởng tới giới hạn mỏi.....	173
4. Tính điều kiện bền khi ứng suất thay đổi.....	179
5. Biện pháp nâng cao giới hạn mỏi.....	182
6. Thí nghiệm nghiên cứu tác động của tải trọng va chạm trên một dầm.....	183
7. Câu hỏi ôn tập.....	185
8. Bài tập.....	185
BÀI 13 ỨNG SUẤT TIẾP XÚC Mã bài: CKT13.....	187
1. Khái niệm về ứng suất tiếp xúc.....	187
2. Độ dịch gần.....	187
3. Điều kiện bền.....	189
4. Câu hỏi ôn tập.....	193
5. Bài tập.....	193
BÀI 14 TÍNH ỐNG DÀY Mã bài: CKT14.....	194
1. Tính ống hình trụ.....	194
2. Tính ống ghép.....	198
3. Câu hỏi ôn tập.....	199
4. Bài tập.....	199
BÀI 15 TẮM VÀ VỎ MỎNG Mã bài: CKT15.....	201
1. Khái niệm về tấm và vỏ mỏng.....	201
2. Tấm tròn mỏng.....	201
3. Vỏ mỏng tròn xoay chịu tải trọng phân bố đối xứng.....	203
4. Tính toán độ bền.....	203
5. Câu hỏi ôn tập.....	204
Error! Objects cannot be created from editing field codes. ĐÁP SỐ CÁC BÀI TẬP.....	205
PHỤ LỤC.....	211
CÁC THUẬT NGỮ CHUYÊN MÔN.....	224
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	226

GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC

Vị trí, ý nghĩa, vai trò môn học

Cơ kỹ thuật là môn khoa học cơ sở quan trọng trong việc đào tạo công nhân chuyên ngành kỹ thuật. Nó không những cung cấp những kiến thức nền tảng cho các môn kỹ thuật cơ sở và kỹ thuật chuyên ngành mà còn tăng khả năng tư duy khoa học cho học viên.

Mục tiêu của môn học

Học xong môn học này, học viên cần phải:

- Nắm vững được cơ sở lý thuyết về các loại ứng suất, mômen lực, độ bền của các loại vật liệu khác nhau.
- Tính toán được độ bền của các mối nối ghép trong thiết bị.
- Tính toán các loại ứng suất chính.
- Tính được độ bền của vật liệu khi ứng suất thay đổi theo thời gian.
- Tính độ bền đường ống và thiết bị.
- Theo dõi và phát hiện các sự cố về độ bền của thiết bị hoá dầu.

Mục tiêu thực hiện của môn học

Khi hoàn thành môn học này học viên có khả năng:

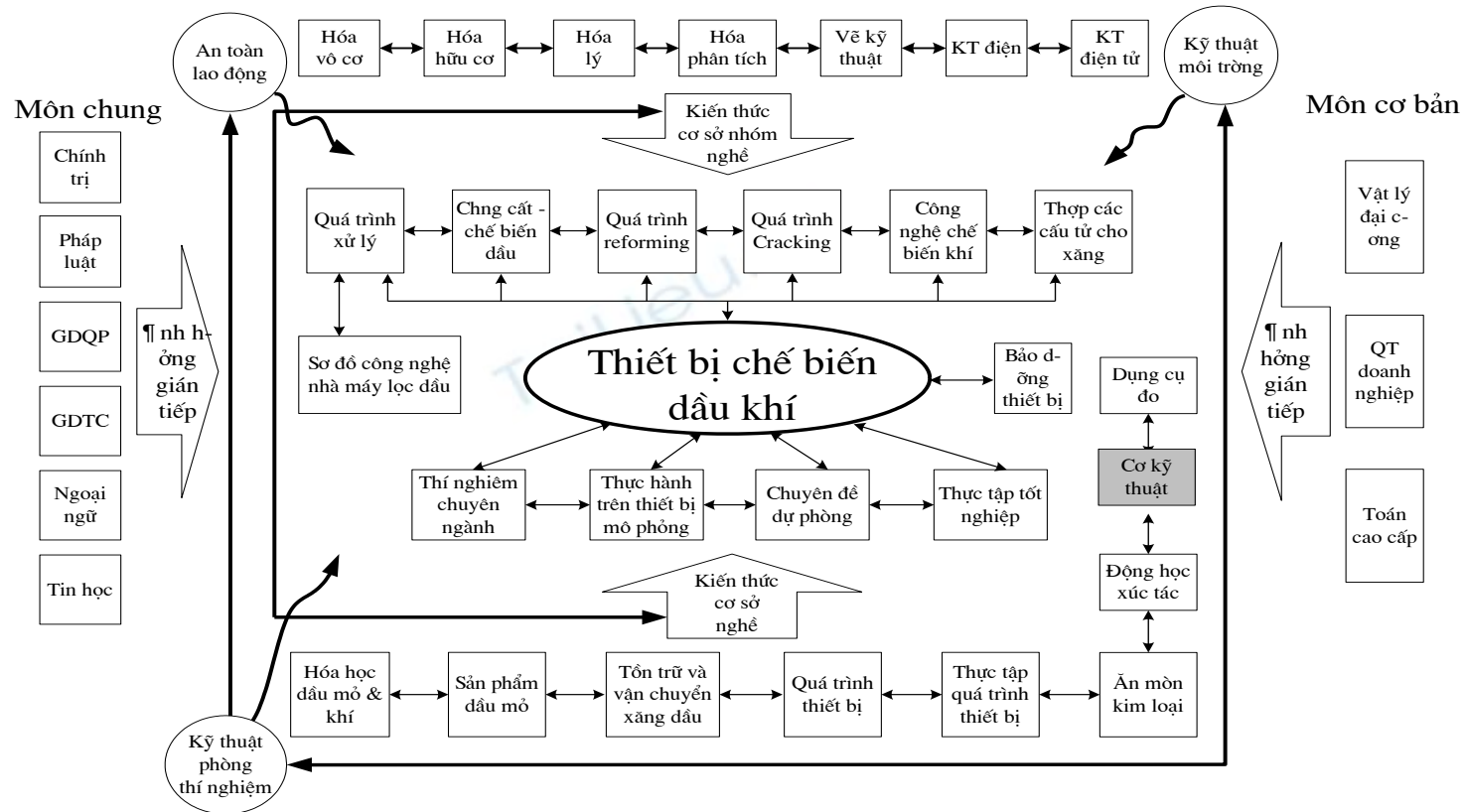
- Mô tả được cơ sở lý thuyết về các loại ứng suất và mômen lực.
- Tính toán được độ bền của các mối nối ghép trong thiết bị.
- Tính toán các loại ứng suất chính.
- Tính được độ bền của vật liệu khi ứng suất thay đổi theo thời gian.
- Tính độ bền đường ống và thiết bị.
- Theo dõi và phát hiện các sự cố về độ bền của thiết bị hoá dầu.

Danh mục các bài học	Thời lượng (tiết)		Các hoạt động khác
	LT	TH	
Bài 1: Kéo nén đúng tâm.	5	4	
Bài 2: Tính các mối nối ghép.	4	0	
Bài 3: Trạng thái ứng suất. Định luật Húc.	3	3	
Bài 4: Các thuyết bền.	4	0	
Bài 5: Đặc trưng hình học của mặt cắt ngang.	4	3	
	6	4	
Bài 6: Xoắn thuần túy thanh thẳng.	3	4	

Bài 7: Uốn phẳng.	5	4
Bài 8: Thanh cong phẳng.	4	4
Bài 9: Ổn định.	3	4
Bài 10: Uốn ngang và uốn dọc đồng thời.	3	4
Bài 11: Tải trọng động.	3	0
Bài 12: Tính độ bền khi ứng suất thay đổi.	3	0
Bài 13: Ứng suất tiếp xúc.	3	0
Bài 14: Tính ống dày.		
Bài 15: Tấm và vỏ mỏng.		

TaiLieu.vn

Sơ đồ quan hệ theo trình tự học nghề



Ghi chú:

Cơ kỹ thuật là mô đun cơ sở của ngành hóa dầu. Mọi học viên phải học và đạt kết quả chấp nhận được đối với các bài kiểm tra đánh giá và thi kết thúc như đã đặt ra trong chương trình đào tạo.

Những học viên qua kiểm tra và thi mà không đạt phải thu xếp cho học lại những phần chưa đạt ngay và phải đạt điểm chuẩn mới được phép học tiếp các mô đun/ môn học tiếp theo. Học viên, khi chuyển trường, chuyển ngành, nếu đã học ở một cơ sở đào tạo khác rồi thì phải xuất trình giấy chứng nhận; Trong một số trường hợp có thể vẫn phải qua sát hạch lại.

CÁC HÌNH THỨC HỌC TẬP CHÍNH TRONG MÔN HỌC

- Học trên lớp lý thuyết tính toán các loại ứng suất, từ đó tính bền, tính cứng, tính ổn định cho các hình thức chịu tải khác nhau.
- Luyện tập để sử dụng thuần thục các công thức vào việc tính toán sức bền cho các chi tiết, kết cấu chịu các hình thức tải khác nhau.
- Giải các bài tập.
- Thực hành các bài thí nghiệm sức bền tại PTN thiết bị dưới sự hướng dẫn của GV theo tài liệu ở giáo trình và của phòng thí nghiệm.
- Ghi chép đầy đủ các số liệu thí nghiệm, tính toán kết quả thí nghiệm, nhận xét thí nghiệm.
- Làm các bản phúc trình thí nghiệm theo mẫu trong giáo trình và theo yêu cầu của GV. Từ đó đánh giá mức độ đáng tin cậy của lý thuyết dựa vào kết quả đo lường về ứng suất và biến dạng trên các vật thể ở trạng thái chịu lực (tính sai số).

YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ HOÀN THÀNH MÔN HỌC

Về kiến thức

- Vận dụng đúng các lý thuyết vào tính toán các bài tập và bài kiểm tra.
- Thực hiện đầy đủ các bài thực hành tại PTN với các bản kết quả thể hiện được hết các yêu cầu.
- Giải thích được các sai số trong tính toán về lý thuyết với thực hành.

Về kỹ năng

- Tính toán thuần thục các bài toán sức bền dựa trên các hình thức chịu lực trong thực tế.
- Giải thích được đầy đủ các nguyên tắc, các bước thực hiện trong thực hành tại PTN.
- Mô tả chính xác nguyên lý vận hành và cách sử dụng của các dụng cụ và thiết bị PTN.

Về thái độ

- Đến lớp đúng giờ, nghiêm túc trong giờ học lý thuyết và giờ thực hành.
- Nghiêm túc trong việc sử dụng, bảo dưỡng các dụng cụ và thiết bị dùng trong PTN.
- Luôn chủ động kiểm tra và đảm bảo về an toàn PTN.
- Nhắc nhở đồng nghiệp đảm bảo về an toàn PTN.

NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN BIẾT KHI THÍ NGHIỆM SỨC BỀN VẬT LIỆU

1. Ý nghĩa của việc nghiên cứu bằng thực nghiệm

Môn sức bền vật liệu là môn khoa học thực nghiệm với đối tượng nghiên cứu là vật thể rắn thực (có kể đến biến dạng) được chế tạo từ những vật liệu khác nhau. Khi nghiên cứu các dạng chịu lực: kéo nén đúng tâm, cắt, xoắn, uốn, chịu lực phức tạp.... chúng ta giả thuyết các vật liệu đều có một số tính chất chung như: liên tục, đồng nhất, đẳng hướng, đàn hồi tuyến tính.

Nhưng mỗi loại vật liệu đều có cơ tính khác nhau. Hai cơ tính tiêu biểu nhất là tính chịu lực (độ bền của vật liệu) và tính biến dạng (tính dẻo, tính dai,...) của vật liệu. Vì vậy khi sử dụng vật liệu (tính toán cụ thể như kiểm tra, thiết kế hay định tải trọng cho phép) thì việc biết cơ tính của mỗi loại vật liệu như thế nào là việc rất cần thiết trong kỹ thuật. Đó là những thí nghiệm xác định đặc trưng cơ tính của vật liệu.

Mặc khác những lý thuyết tính toán còn dựa trên những giả thuyết gần đúng về sự biến dạng của vật thể dẫn đến kết quả tính toán cũng gần đúng. Để đánh giá mức độ đáng tin cậy của lý thuyết người ta dựa vào kết quả đo lường về ứng suất và biến dạng (nội lực và chuyển vị) trên các vật thể ở trạng thái chịu lực rồi so sánh với kết quả lý thuyết. Nếu sự chênh lệch không quá giới hạn cho phép thì kết quả có thể chấp nhận được. Ngoài ra trong điều kiện làm việc thực tế, còn nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của công trình hay chi tiết máy (chế độ thi công, chế độ gia công, chế độ tác dụng lực lên vật thể...v.v...) do đó người ta thường đo ứng suất và biến dạng (nội lực và chuyển vị) của công trình hay máy móc ở điều kiện làm việc thực của nó, hoặc trong mô hình thu gọn. Những thí nghiệm kiểm tra lý thuyết tính toán hay kiểm tra sự làm việc của công trình gọi là những thí nghiệm kiểm tra hay còn gọi là thí nghiệm công trình.

Tóm lại có thể phân các thí nghiệm ra làm 2 nhóm:

- Nhóm tìm đặc trưng cơ tính gồm kéo nén cắt đơn, xoắn....
- Nhóm kiểm tra công thức (hay kiểm tra phương pháp tính và điều kiện làm việc của chi tiết, kết cấu) như đo chuyển vị của lò xo, xác định ứng suất trong các thanh với các dạng chịu lực khác nhau... Các thí nghiệm được lồng vào trong các bài học có liên quan, học viên dựa vào đó để thực hành thí nghiệm.

2. Các điểm cần chú ý khi thí nghiệm

Khi tiến hành thí nghiệm học viên cần chú ý các điều sau:

1) Nắm vững thao tác máy: bằng cách đọc kỹ tài liệu hướng dẫn sử dụng máy và nhờ sự giúp đỡ của cán bộ hướng dẫn.

2) Ước lượng tải trọng tối đa để chọn cấp tải trọng của máy, điều chỉnh số không tương ứng và chọn cấp gia tải thí nghiệm.

3) Phản ứng cấp thời khi gặp sự cố: xả áp lực, tắt máy, dừng thí nghiệm.

4) Đối với các máy thủy lực nên gia tải bằng cách mở van dầu, không nên gia tải bằng điện có thể gây cháy mô tơ.

5) Số đọc trong các thiết bị đo:

- Độ ngờ tuyệt đối của số đọc là phân nửa vạch phân độ.
- Ghi số đọc có nghĩa: chỉ ghi đến số đọc ta đoán được.

Ví dụ: 8,6 với số đọc chia vạch 1, 2, 3.

8 là số chắc chắn

6 là số đoán đầu tiên

Độ ngờ của số đọc sẽ là 0,5.

3. Các chú ý khi làm phức trình thí nghiệm

Học viên phức trình những bài thí nghiệm đã làm gồm những mục chính theo như dàn bài sau:

- Về cơ sở lý thuyết: báo cáo đầy đủ cơ sở lý thuyết của bài thí nghiệm.
- Phần mẫu bố trí thí nghiệm; cần vẽ lại đầy đủ và ghi các kích thước cần thiết để tính toán.
- Ghi những phương pháp thí nghiệm: điều kiện thí nghiệm, máy móc, thiết bị đo, độ chính xác của số đọc, giá trị mỗi phân độ trên đồng hồ ghi các đại lượng. Cách chọn tải trọng, cách gia tải.
- Phần tính toán kết quả cuối cùng phải viết rõ ràng cách tính, đơn vị.....
- Phần nhận xét: nhận xét về kết quả, dụng cụ thí nghiệm, phương pháp tiến hành thí nghiệm, nguyên nhân các sai số, mức độ sử dụng được của thí nghiệm. Nếu có thể được thì kiến nghị thay đổi hay sửa chữa để khắc phục các sai số trên.

4. Tính kết quả đại lượng đo bằng phương pháp bình phương cực tiểu

Giả sử chúng ta có một chuỗi số biểu thị một đại lượng gồm n lần quan sát: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$. Thông thường chúng ta dùng trị số trung bình cộng của các số trên đặc trưng cho giá trị của đại lượng quan sát.

$$x_{tb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Chúng ta thấy sai số giữa trị số trung bình x_{tb} và trị số mỗi lần đọc x_i là:

$$d_i = x_i - x_{tb}$$

(1) là công thức áp dụng đơn giản nhất của phương pháp bình phương cực tiểu.

Chúng ta có thể dùng phương pháp có độ chính xác cao hơn như sau:

Gọi x và y là 2 đại lượng liên hệ với nhau bằng một hàm số. Ứng với các trị số $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ chúng ta có các trị số của y tương ứng là $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$.

Giả sử x_i và y_i liên hệ với nhau bằng một hàm số bậc nhất. Trên đồ thị biểu diễn những cặp (x_i, y_i) chúng ta có thể vẽ một đường thẳng trung bình gần với các điểm (x_i, y_i) nhất. Tuy nhiên nếu dùng phương pháp tính tổng số bình phương sai số cực tiểu chúng ta sẽ có được đường thẳng cần vẽ với độ chính xác hơn.

Gọi $y = ax + b$ là phương trình đường thẳng cần tìm thì:

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

và phương trình $y = ax + b$ với a, b tính theo (2) biểu diễn đường thẳng trung bình cần tìm.

Ví dụ bằng số.

1) Tìm x_{tb}

Số thứ tự đọc	Trị số đọc được x_i
1	5,30
2	5,73
3	6,77
4	5,26
5	4,33
6	5,45
7	6,09
8	5,64
9	5,81
10	5,75
$\sum_{i=1}^{10} x_i = 56,13$	

$$\bar{x}_{tb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{10} \cdot 56,13 = 5,613$$

2) Cho x và y liên hệ với nhau bằng 1 hàm số bậc nhất (tuyến tính) và dữ kiện đo được như sau:

STT	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2
1	1,0	1,2	1,20	1,00
2	1,6	2,0	3,20	2,56
3	3,4	2,4	8,16	11,56
4	4,0	3,5	14,00	16,00
5	5,2	3,5	18,20	27,04

$$\sum x_i = 15,2 \quad \sum y_i = 12,6 \quad \sum x_i y_i = 44,76 \quad \sum x_i^2 = 58,16$$

Dựa vào công thức (2) chúng ta tính được:

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{5 \cdot 44,76 - 15,2 \cdot 12,6}{5 \cdot 58,16 - 15,2^2} = 0,54$$

$$b = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{12,6 \cdot 58,16 - 44,76 \cdot 15,2}{5 \cdot 58,16 - 15,2^2} = 0,878$$

$\Rightarrow y = 0,540x + 0,878$ là phương trình cần tìm.

Áp dụng phương pháp bình phương cực tiểu để tính các đại lượng cần xác định trong sức bền vật liệu.

Thông thường các thí nghiệm sức bền vật liệu được tiến hành trong giai đoạn đàn hồi của vật liệu nên quan hệ giữa lực (gồm lực hay mômen) và biến dạng (biến dạng dài hay góc) là bậc nhất (tuyến tính), nên tùy theo đại lượng cần xác định có thể dễ dàng tính đại lượng ấy theo phương pháp bình phương cực tiểu.

BÀI 1. KÉO NÉN ĐÚNG TÂM

Mã bài: CKT1

Mục tiêu thực hiện

Học xong bài này học viên sẽ có khả năng:

- Mô tả cơ sở lý thuyết về các loại ứng suất và biến dạng. Sự chuyển vị của các hệ thanh chịu kéo – nén đúng tâm.
- Tính toán được điều kiện bền và điều kiện cứng.
- Tính toán được ứng suất pháp trên mặt cắt ngang.
- Tính toán hệ số an toàn của các thanh thép.
- Tính toán dựa trên các số liệu của PTN thiết bị.

Nội dung chính

1. Nội lực - Ứng suất

1.1. Khái niệm về nội lực

Trong vật thể luôn có các lực liên kết giữa các phân tử vật chất. Khi có ngoại lực tác dụng các phân tử vật chất có khuynh hướng thay đổi vị trí để chống lại ngoại lực làm cho vật thể bị biến dạng. Khi đó lực liên kết sẽ tăng lên để chống lại biến dạng này.

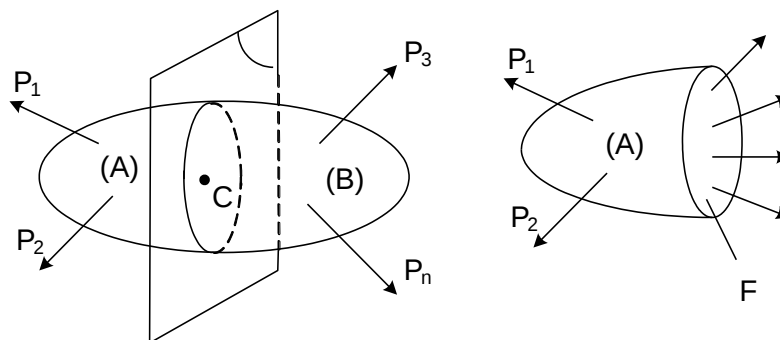
“Độ gia tăng của lực liên kết giữa các phân tử vật chất gọi là nội lực”.

Tuy nhiên độ gia tăng này chỉ đến một mức độ nào đó tùy loại vật liệu, nếu lực cứ tăng mãi thì vật liệu sẽ bị phá hoại. Vì thế xác định nội lực là một trong những vấn đề cơ bản để tính bền cho các chi tiết hoặc cơ cấu.

1.2. Phương pháp khảo sát

Khi vật thể chưa bị phá hoại thì “nội lực cân bằng với ngoại lực”. Vì thế để khảo sát nội lực ta dùng phương pháp mặt cắt (hình 1.1) như sau:

Dùng mặt cắt (π) có phương bất kỳ cắt qua vật thể tại điểm cần khảo sát (điểm C). Mặt cắt này sẽ chia vật thể ra làm 2 phần A và B



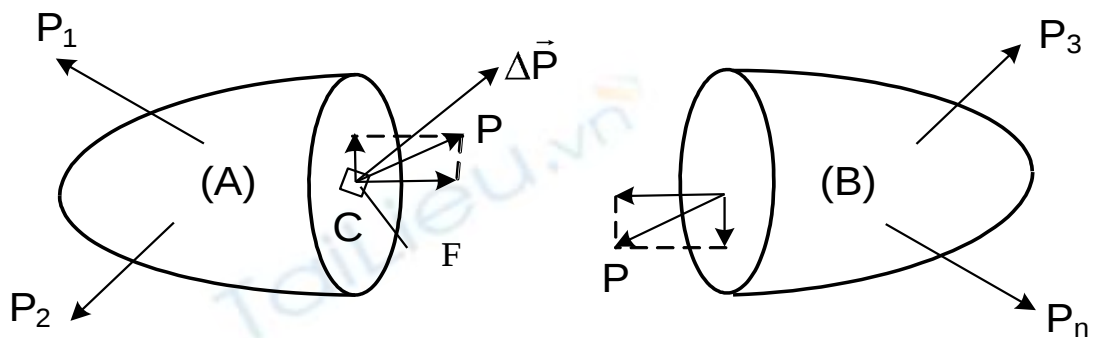
Hình 1-1: Phương pháp mặt cắt khảo sát nội lực

Xét phần A cân bằng (hình 1-1B) dưới tác dụng của các ngoại lực ($\vec{P}_1, \vec{P}_2$) và hệ nội lực của phần B tác dụng lên A (và ngược lại). Hệ nội lực này sẽ phân bố liên tục trên toàn mặt cắt F.

Theo nguyên lý cân bằng thì hệ nội lực trên phần (A) phải bằng với hệ nội lực trên phần (B).

Vì vậy khi tìm nội lực trên một mặt cắt nào đó, chúng ta dùng phương pháp mặt cắt và chọn phần xét cân bằng có ít ngoại lực tác dụng hơn.

1.3. Khái niệm về ứng suất



Hình 1-2: Khái niệm ứng suất

Xét một diện tích rất nhỏ ΔF tại một điểm C trên mặt cắt của phần A (hình 1-2a).

Hợp lực của nội lực trên ΔF là $\Delta \vec{P}$.

Ta có định nghĩa:

- Ứng suất trung bình tại C:

$$\vec{p}_{\text{tb}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta F}$$

- Ứng suất toàn phần

$$\vec{P} = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta F} = \frac{d\vec{P}}{dF}$$

Vậy ứng suất tại một điểm trên mặt cắt là cường độ của nội lực trên một đơn vị diện tích tại điểm đó. Nó là một đại lượng vector $\vec{P}$

Thứ nguyên của ứng suất: $\frac{\text{Luc}}{(\text{chieudai})^2}$

Đơn vị thường dùng là kN/cm², MN/m², N/m²

N/m²: Pascal (Pa)

1 MPa (Mégapascal) = 10⁶ Pa = 10⁶ N/m² = 1N/mm²

$$1 \text{ Gpa (Gégapascal)} = 10^9 \text{ Pa.}$$

Trong tính toán ta thường phân ứng suất toàn phần $\vec{P}$ ra làm 2 thành phần:

- Thành phần vuông góc với mặt cắt gọi là ứng suất pháp, ký hiệu là σ .
- Thành phần nằm trong mặt cắt gọi là ứng suất tiếp, ký hiệu là τ

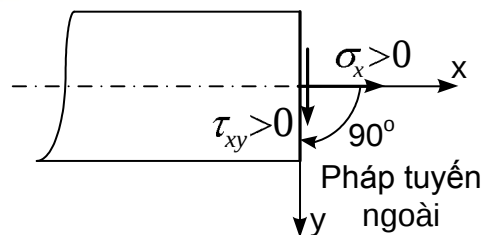
$$P = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$

Phân tích tương tự cho phần B. Theo nguyên lý tác dụng và phản tác dụng, ứng suất tại mỗi điểm trên phần B sẽ có cùng trị số, cùng phương nhưng ngược chiều với ứng suất tại điểm tương ứng trên phần A (hình 1-2b).

1.4. Quy ước dấu và cách viết ứng suất: (hình 1-3)

1.4.1. Ứng suất pháp

Ứng suất pháp dương khi vector biểu diễn nó có chiều trùng với chiều dương của pháp tuyến ngoài mặt cắt. Ứng suất pháp kèm theo một chỉ số dưới chỉ chiều của pháp tuyến. Ví dụ: $\sigma_x, \sigma_z \dots$



Hình 1-3: Ứng suất pháp

1.4.2. Ứng suất tiếp

Ứng suất tiếp được coi là dương khi

pháp tuyến ngoài của mặt cắt quay một góc 90° theo chiều quay của kim đồng hồ sẽ trùng với chiều của ứng suất tiếp. Ứng suất tiếp kèm theo hai chỉ số dưới, chỉ số thứ nhất chỉ chiều của pháp tuyến ngoài mặt cắt, chỉ số thứ hai chỉ chiều của ứng suất tiếp song song. Ví dụ $\tau_{zx}, \tau_{zy} \dots$

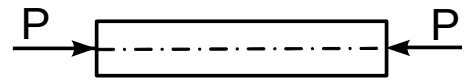
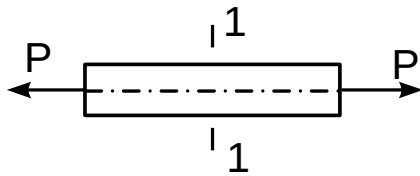
2. Khái niệm về kéo - nén đúng tâm

2.1. Định nghĩa

Thanh chịu kéo – nén đúng tâm khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực là lực dọc N_z .

Đây là trường hợp chịu lực đơn giản nhất của thanh. Ta gặp trường hợp này khi một thanh chịu 2 lực bằng nhau và trái chiều ở 2 đầu, dọc theo trục thanh.

Nếu những lực này hướng ra ngoài mặt cắt ngang ta nói thanh chịu kéo, ngược lại ta nói thanh chịu nén.



Hình 1-4: Thanh chịu nén

2.2. Nội lực

Dùng mặt cắt 1-1 cắt ngang thanh chịu kéo, xét cân bằng phần trái thanh (hình 1-5):

Phương trình cân bằng trên trục

z:

$$\sum_{k=1}^n F_{kz} = N_z - P = 0$$

$$\Rightarrow N_z = P$$

$$M_x = 0 ; Q_y = 0$$

Từ đó ta suy ra quy ước dấu

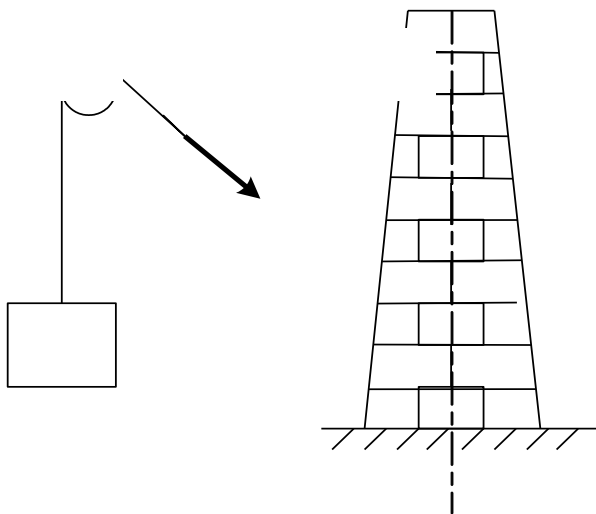
của N_z :

$N_z > 0$: khi thanh chịu kéo

$N_z < 0$: khi thanh chịu nén

Trong thực tế ta thường gặp các cấu kiện chịu kéo hay nén đúng tâm như:

- Dây cáp nâng vật của cần cẩu (Hình 1-6a).
- Ống khói (hình 1-6b).
- Các thanh trong dàn (Hình 1-6c).



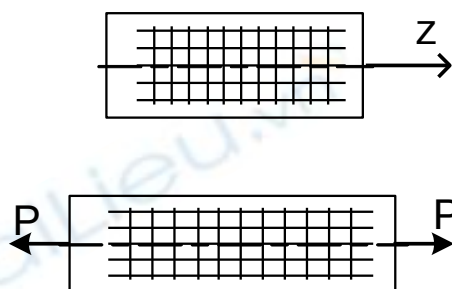
Hình 1-6

3. Ứng suất trên mặt cắt ngang

3.1. Quan sát mẫu thí nghiệm chịu kéo

Mẫu là một thanh lăng trụ, trước khi thí nghiệm trên bề mặt thanh ta kẻ các đường vạch song song và vuông góc với trục thanh (Hình 1-7). Khi thanh chịu kéo hay nén ta nhận thấy:

- Trục thanh vẫn thẳng.
- Những vạch song song với trục thanh vẫn thẳng và song song với trục thanh.
- Những vạch vuông góc với trục thanh vẫn thẳng và vuông góc với trục thanh. Nhưng khoảng cách giữa các vạch đó có thay đổi, khi chịu kéo các vạch cách xa nhau, khi chịu nén các vạch sát gần nhau.



Hình 1-7

3.2. Các giả thuyết

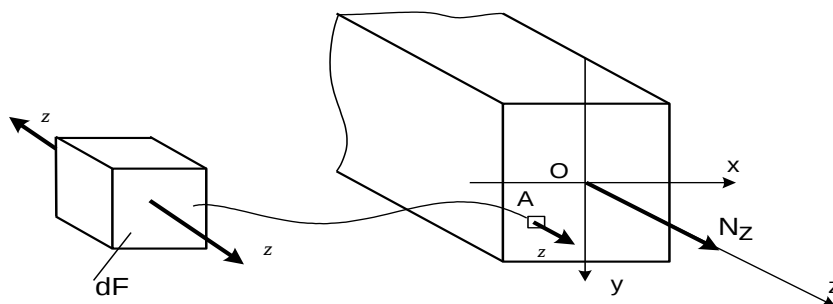
Từ những nhận xét trên ta thừa nhận hai giả thuyết sau: Giả

- Giả thuyết mặt cắt ngang phẳng (giả thuyết Bec nuli): trong quá trình biến dạng mặt cắt ngang của thanh luôn luôn phẳng và vuông góc với trục thanh.
- Giả thuyết về các thớ dọc: trong quá trình biến dạng các thớ dọc không áp lên nhau và cũng không đẩy xa nhau.

3.3. Công thức tính ứng suất

Xét mặt cắt ngang bất kỳ, chọn hệ trục Oxyz như hình 1-8, O là trọng tâm của mặt cắt ngang. Nội lực chỉ có N_z .

Tách tại điểm A bất kỳ một phần tử hình hộp bé. Chúng ta thấy sau biến dạng phần tử chỉ có biến dạng dài mà không có biến dạng góc.



Hình 1-8

Như vậy trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có thành phần ứng suất pháp σ_z còn thành phần ứng suất tiếp bằng không.

$$\sigma_z = \frac{N_z}{F}$$

N_z : giá trị lực dọc tại mặt cắt đang xét.

F : diện tích mặt cắt ngang.

3.4. Ứng suất cho phép - Hệ số an toàn

Ký hiệu σ_0 : ứng suất nguy hiểm.

Vật liệu giòn σ_0 là giới hạn bền.

Vật liệu dẻo σ_0 là giới hạn chảy.

Để bảo đảm an toàn trong thực tế người ta thường sử dụng một giá trị ứng suất nhỏ hơn ứng suất nguy hiểm gọi là ứng suất cho phép, ký hiệu $[\sigma]$.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_0}{n}$$

n - hệ số an toàn, $n > 1$

– Vật liệu dẻo: $[\sigma]_k = [\sigma]_n = [\sigma] = \frac{\sigma_{ch}}{n}$

– Vật liệu giòn: ứng suất cho phép khi chịu nén: $[\sigma]_n = \frac{\sigma_b^n}{n}$

σ_b^n : giới hạn bền khi nén.

$[\sigma]_k = \frac{\sigma_b^k}{n}$: ứng suất cho phép khi chịu kéo

σ_b^k : giới hạn bền khi kéo

Chọn hệ số an toàn n cho thích hợp là rất quan trọng, dựa vào kinh nghiệm thực tế trong thiết kế cũng như sử dụng, giáo trình chuyên môn của từng ngành sẽ cho ta số liệu tham khảo.

4. Biến dạng

4.1. Biến dạng dọc

l : chiều dài ban đầu của thanh.

Khi chịu kéo thanh dẫn dài ra một đoạn Δl .

Khi chịu nén thanh co lại một đoạn Δl .

Δl được gọi là độ dẫn dài tuyệt đối của thanh.

$$\Delta l = \int_0^l \frac{N_{zi}}{E_i F_i} dz \quad (1-2)$$

i: đoạn thứ i.

E: môđun đàn hồi của vật liệu khi kéo – nén, đơn vị kN/cm²

$$\text{Nếu } N_{zi} \text{ là hằng số trong từng đoạn } i \text{ thì: } \Delta l = \sum_{i=1}^n \frac{N_{zi} \times l_i}{E_i \times F_i} \quad (1-3)$$

Tích số EF gọi là độ cứng của thanh khi kéo hay nén

$$\varepsilon_z \text{ độ dẫn dài tương đối theo phương } z: \varepsilon_z = \frac{\Delta dz}{dz} \text{ (tính theo \%)}$$

4.2. Biến dạng ngang

Thanh có bề rộng b, lượng thay đổi theo phương ngang Δb gọi là biến dạng ngang. Biến dạng tỷ đối theo phương ngang là $\frac{\Delta b}{b}$

Theo hệ trục tọa độ đã chọn (hình 1-8)

Biến dạng tỷ đối theo phương x: ε_x

Biến dạng tỷ đối theo phương y: ε_y

Ta có quan hệ sau:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = -\mu \varepsilon_z$$

μ : hệ số biến dạng ngang hay hệ số Poát xông (Poisson), nó phụ thuộc vào từng loại vật liệu, là hằng số có giá trị từ 0 cho đến 0,5.

Ví dụ như:

Thép $\mu = 0,25 \div 0,3$

Gang $\mu = 0,23 \div 0,27$

Nhôm $\mu = 0,32 \div 0,36$

Bê tông $\mu = 0,08 \div 0,18$

Cao su $\mu = 0,47$

Dấu – do $\varepsilon_{\text{ngang}}$ và $\varepsilon_{\text{dọc}}$ luôn luôn ngược dấu nhau.

5. Chuyển vị các điểm của hệ thanh liên kết khớp

5.1. Phương pháp hình học

Chuyển vị đàn hồi các điểm của một hệ thanh liên kết khớp tính theo sơ đồ tổng quát như sau:

Từ điều kiện cân bằng tĩnh học ta tìm được lực dọc trục của các thanh. Dùng công thức tính độ dẫn dài tuyệt đối của các thanh, vì khi biến dạng các bộ phận của hệ không rời xa nhau, do đó bằng phương pháp các đường giao nhau, ta lập được các quan hệ hình học của các bộ phận hợp thành của hệ thống. Từ những quan hệ ấy ta xác định được các chuyển vị cần tìm.