

PGS.TS. NGUYỄN MINH VŨ - PGS.TSKH. NGUYỄN TẤT TIẾN
TS. NGUYỄN ĐẮC TRUNG

LÝ THUYẾT
DẬP TẠO HÌNH

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	8
PHẦN THỨ NHẤT:	12
PHÂN TÍCH, TÍNH TOÁN CÁC NGUYÊN CÔNG	
RÈN TỰ DO VÀ DẬP THỂ TÍCH	
Chương 1: Chôn	13
1.1 Định nghĩa	13
1.2 Chôn phơi dải tiết diện chữ nhật có chiều dài vô hạn	13
1.2.1 Giải hệ phương trình vi phân cân bằng kết hợp với điều kiện dẻo chính xác	15
1.2.2 Giải hệ phương trình vi phân cân bằng kết hợp với điều kiện dẻo gần đúng	19
1.2.3 Ảnh hưởng của ma sát đến sự phân bố ứng suất	25
1.2.4 Xác định lực biến dạng và áp lực riêng cho các phương án khác nhau	31
1.3 Chôn phơi hình lăng trụ đều và hình trụ	34
1.4 Chôn phơi dải có chiều dài hạn chế	39
1.5 Biến dạng không đồng đều khi chôn	41
1.6 Công biến dạng khi chôn	45
1.7 Ứng dụng mô phỏng số để phân tích bài toán chôn	47
Chương 2: Ống dày chịu áp lực đều	52
2.1 Khái niệm chung	52
2.2 Ống chịu áp lực đều bên trong	57
2.2.1 Không có tải trọng chiều trục	57
2.2.2 Có tải trọng chiều trục	59
2.3 Ống có lõi chịu áp lực đều bên ngoài	60
Chương 3: Rèn vuốt	64
3.1 Rèn vuốt phơi tiết diện hình chữ nhật dưới đầu búa phẳng	64
3.1.1 Khái niệm chung	64
3.1.2 Xác định áp lực riêng	65
3.1.3 Xác định gần đúng công biến dạng khi rèn vuốt	67

3.2 Rèn vuốt phôi tiết diện tròn	68
3.2.1 Rèn vuốt bằng đầu búa phẳng	68
3.2.2 Rèn vuốt bằng đầu búa lõm	70
3.2.3 Xác định áp lực riêng khi rèn vuốt bằng đầu búa lõm	71
3.2.4 Xác định áp lực riêng khi vuốt ống trên trục nòng bằng đầu búa lõm	74
3.3 Ví dụ về tính toán mô phỏng số quá trình rèn vuốt	76
Chương 4: Ép chảy	79
4.1 Khái niệm chung	79
4.2 Tính toán công nghệ	80
4.2.1 Vùng thoát hình trụ I	80
4.2.2 Vùng hình côn II (vùng biến dạng)	81
4.2.3 Vùng chứa phôi hình trụ III	86
4.2.4 Áp lực riêng đối với các dạng khuôn khác nhau	89
4.3 Nghiên cứu, phân tích bài toán ép chảy bằng mô phỏng số	90
Chương 5: Đột lỗ và ép chảy ngược	97
5.1 Khái niệm chung	97
5.2 Áp lực riêng khi chày lún vào phôi kim loại	99
5.3 Lực biến dạng khi đột hở	101
5.4 Lực biến dạng khi đột kín	104
Chương 6: Dập khối trong khuôn hở	110
6.1 Khái niệm chung	110
6.2 Lực biến dạng ở vành biên	111
6.3 Lực biến dạng trong lòng khuôn	115
6.4 Dập trong khuôn kín	120
6.5 Một vài ví dụ ứng dụng mô phỏng số để khảo sát, nghiên cứu quá trình dập khối	121
6.5.1 Mô phỏng số quá trình dập tay biên	121
6.5.2 Mô phỏng số quá trình dập chi tiết khớp nối	123
6.5.3 Xác định các vị trí tập trung ứng suất lớn gây hỏng khuôn dựa vào mô phỏng số quá trình dập tạo hình	124
6.5.4 Xác định các bước dập bu lông và đai ốc	125

PHẦN THỨ HAI:	127
PHÂN TÍCH CÁC NGUYÊN CÔNG DẬP TẤM	
Chương 7: Những kiến thức bổ sung cho phương pháp nghiên cứu	128
7.1 Phân loại các nguyên công dập tấm	128
7.2 Đặc điểm tác dụng của các ứng suất	129
7.3 Phương trình cân bằng	130
7.4 Điều kiện dẻo	134
Chương 8: Uốn	135
8.1 Uốn dưới tác dụng của mômen uốn và vật liệu không hoá bền	135
8.2 Uốn có hoá bền	141
8.3 Uốn do tác dụng của mô men và lực dọc	143
8.4 Xác định bán kính mặt trung hoà ứng suất khi uốn bằng mô men và lực dọc đối với sơ đồ trạng thái ứng suất khối	146
8.5 Uốn có độ cong kép	147
8.6 Tính toán phân bố ứng suất, biến dạng trên phôi uốn dựa vào mô phỏng số	148
Chương 9: Dập vuốt	152
9.1 Dập vuốt phôi phẳng	152
9.1.1 Phân bố ứng suất	152
9.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố ứng suất	153
9.1.3 Xác định lực và công dập vuốt từ phôi phẳng	160
9.2 Dập vuốt từ phôi cốc hình trụ (dập vuốt lần 2)	161
9.3 Dập vuốt biến mỏng thành	164
9.4 Mô phỏng số quá trình dập tạo hình phôi tấm	170
9.4.1 Nghiên cứu ảnh hưởng của lực chặn phôi tới quá trình tạo hình	170
9.4.2 Mô phỏng quá trình dập các chi tiết vỏ ô tô	175
9.4.3 Mô phỏng số quá trình dập vuốt ngược thuỷ cơ chi tiết đối xứng trục	177
9.4.4 Mô phỏng số quá trình dập thuỷ tinh chi tiết ống đối xứng trục	180
Chương 10: Một số nguyên công khác	183
10.1 Nong lỗ tạo vành	183
10.2 Tóp	186
10.2.1 Tóp trong cối có đường sinh cong, bỏ qua ảnh hưởng của hóa bền và sự thay đổi chiều dày phôi	186
10.2.2 Tóp trong cối có biên dạng hình côn	190
TÀI LIỆU THAM KHẢO	194

MỞ ĐẦU

1. Ý NGHĨA, MỤC ĐÍCH MÔN HỌC

- Nghiên cứu phân tích quá trình biến dạng và sự phân bố ứng suất trong từng nguyên công tạo hình.
- Xác định lực và công biến dạng.
- Tính toán kích thước, hình dáng phôi ban đầu, sản phẩm trung gian và chọn máy phù hợp với từng nguyên công.

2. MỘT SỐ KIẾN THỨC CƠ BẢN PHỤC VỤ CHO MÔN HỌC

2.1 Các phương pháp tính toán

Các phương pháp tính toán và phân tích bài toán tạo hình đã giới thiệu trong môn học “Lý thuyết Biến dạng dẻo kim loại”:

- Giải phương trình cân bằng + điều kiện dẻo đầy đủ
- Giải phương trình cân bằng + điều kiện dẻo gần đúng
- Phương pháp đường trượt
- Phương pháp cân bằng công
- Phương pháp định trị trên
- Phương pháp quang dẻo (giải tích - thực nghiệm)
- Phương pháp trở lực biến dạng nhỏ nhất
- Các phương pháp số: phần tử hữu hạn, sai phân hữu hạn, phần tử biên

2.2 Các phương trình ứng dụng trong bài toán tạo hình

a) Phương trình vi phân cân bằng

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Phương trình vi phân cân bằng viết cho bài toán trạng thái ứng suất đối xứng trục.

+ Hệ toạ độ trụ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial \rho} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\partial \rho - \partial \theta}{\rho} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial \rho} + \frac{\partial \sigma_r}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{\rho} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

+ Hệ toạ độ cầu:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{\rho\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{1}{\rho} [2\sigma_\rho - (\sigma_\varphi - \sigma_\theta) + \tau_{\rho\varphi} \cot g\varphi] &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{\rho\varphi}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{1}{\rho} [3\tau_{\rho\varphi} + (\sigma_\varphi - \sigma_\theta) \cot g\varphi] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Phương trình vi phân cân bằng viết cho bài toán trạng thái ứng suất phẳng và biến dạng phẳng.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

+ Hệ toạ độ độc cực:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_\rho}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{\rho\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\theta}{\rho} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{\rho\theta}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{\tau_{\rho\theta}}{\rho} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

+ Trường hợp phân bố ứng suất đối xứng trục:

$$\frac{d\sigma_\rho}{d\rho} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\theta}{\rho} = 0 \quad (6)$$

b) Điều kiện dẻo

Điều kiện dẻo của Huber-Mises.

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2k_f^2 \quad (7)$$