



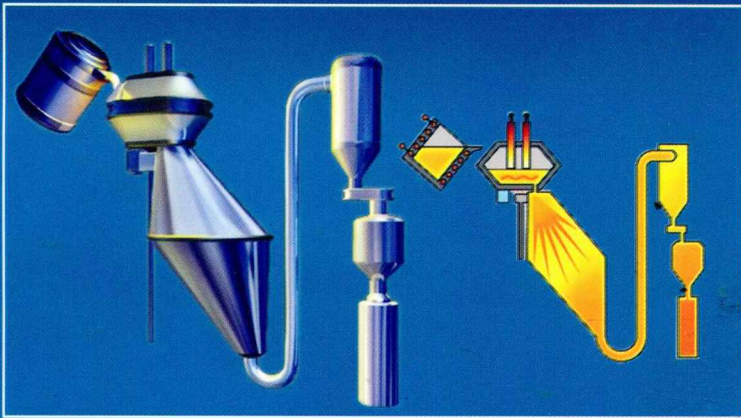
GT.0000025422

GUYỄN ĐỨC THẮNG (Chủ biên)

. PHẠM NGỌC DIỆU QUỲNH

THS. NGUYỄN NGỌC THẮNG - THS. LÊ VĂN THOÀI

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ KIM LOẠI



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

TS. NGUYỄN ĐỨC THẮNG (Chủ biên)
TS. PHẠM NGỌC DIỆU QUỲNH - ThS. NGUYỄN NGỌC THẮNG
ThS. LÊ VĂN THOÀI

GIÁO TRÌNH
CÔNG NGHỆ KIM LOẠI

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, cơ khí chế tạo là lĩnh vực phát triển rất mạnh ở các nước có nền công nghiệp phát triển. Trong các nhóm ngành cơ khí hiện nay, môn “*Công nghệ kim loại*” trang bị cho sinh viên các kiến thức cơ bản về gia công cơ khí, tạo điều kiện cho sinh viên đi sâu vào các lĩnh vực chuyên môn của mình. *Giáo trình Công nghệ kim loại* được biên soạn gồm các nội dung sau đây:

Chương 1: Các quá trình chế tạo phôi theo công nghệ đúc, do tác giả Nguyễn Đức Thắng biên soạn.

Chương 2: Các quá trình chế tạo phôi theo công nghệ gia công áp lực, do các tác giả Nguyễn Đức Thắng và Nguyễn Ngọc Thăng biên soạn.

Chương 3: Các quá trình chế tạo phôi theo công nghệ hàn, do các tác giả Nguyễn Đức Thắng và Lê Văn Thoài biên soạn.

Chương 4: Các quá trình tạo phôi theo công nghệ luyện kim bột, do các tác giả Nguyễn Đức Thắng và Phạm Ngọc Diệu Quỳnh biên soạn.

Sự phân biệt giữa các quá trình chế tạo phôi truyền thống như: đúc, gia công áp lực, hàn, luyện kim bột với các phương pháp cắt gọt chỉ là tương đối, vì ngày nay sự phát triển mạnh mẽ của các quá trình như đúc đặc biệt cũng như dập tấm hoặc luyện kim bột, hàn laser đã cho các sản phẩm có độ chính xác, độ nhẵn bề mặt cao, được sử dụng ngay trong đời sống hàng ngày hoặc lắp ráp thiết bị công nghiệp mà không cần gia công cắt gọt.

Giáo trình Công nghệ kim loại được sử dụng làm giáo trình giảng dạy và học tập cho sinh viên ngành cơ khí, đồng thời là tài liệu tham khảo cho học viên cao học, cũng như kỹ sư công nghiệp.

Khi biên soạn cuốn sách này, các tác giả đã bám sát nội dung giảng dạy môn “*Công nghệ kim loại*” đồng thời có tham khảo các tài liệu trong và

ngoài nước cũng như cập nhật các quá trình chế tạo phôi đang được ứng dụng rộng rãi trong cơ khí.

Tuy nhiên, do kinh nghiệm có hạn, cuốn sách khó tránh khỏi thiếu sót, các tác giả rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

Các tác giả

Chương 1

SẢN XUẤT ĐÚC

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1.1. Định nghĩa

Đúc là quá trình chế tạo phôi bằng cách nấu chảy kim loại, rót kim loại lỏng vào lòng khuôn đúc có hình dáng kích thước của vật đúc, sau khi kim loại đông đặc trong khuôn, người ta thu được vật đúc có hình dạng giống như lòng khuôn.

Vật đúc có thể đem dùng ngay được gọi là chi tiết đúc. Nếu vật đúc qua gia công cơ khí để nâng cao độ chính xác kích thước và độ nhẵn bề mặt được gọi là phôi đúc.

1.1.2. Đặc điểm

Đúc có những ưu điểm chủ yếu sau:

- Có thể đúc được các loại vật liệu khác nhau, thường là gang, thép, kim loại màu và hợp kim của chúng với trọng lượng đúc từ vài gam đến hàng trăm tấn;
- Chế tạo được những vật đúc có hình dạng, kết cấu rất phức tạp như thân máy công cụ, vỏ động cơ, cánh tuabin,... mà các phương pháp khác chế tạo khó khăn hoặc không chế tạo được;
- Độ chính xác về hình dạng, kích thước và độ bóng không cao (có thể đạt cao khi thực hiện phương pháp đúc chính xác: độ chính xác $0,01\text{ mm}$, độ nhám $R_a = 0,80\ \mu\text{m}$, chiều dày thành đúc $0,5\text{ mm}$);
- Có thể tái sử dụng vật liệu mà các quá trình khác không làm được do khó hoặc không kinh tế;
- Có thể đúc được nhiều lớp kim loại khác nhau trong một vật đúc;
- Có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá;
- Giá thành chế tạo vật đúc rẻ vì vốn đầu tư không nhiều, tính chất sản xuất linh hoạt, năng suất cao,...

Tuy nhiên đúc còn những nhược điểm sau:

- Tồn kim loại cho hệ thống rót,...

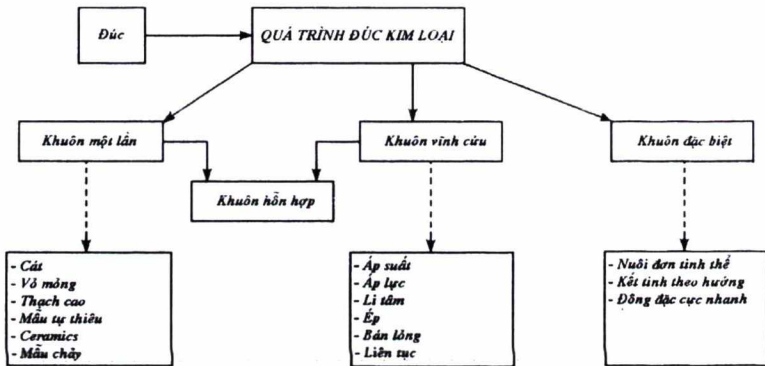
- Có nhiều khuyết tật (thiếu hụt, rỗ khí,...) làm tỷ lệ phế phẩm có khi khá cao;
- Kiểm tra khuyết tật bên trong vật đúc đòi hỏi thiết bị hiện đại.

1.1.3. Phân loại đúc

Việc phân loại đúc liên quan đến vật liệu làm khuôn, mẫu, quá trình tạo khuôn và cách rót kim loại nóng chảy. Nếu theo loại khuôn đúc người ta phân ra: Đúc trong khuôn cát; Đúc trong khuôn đặc biệt. Nếu theo bản chất, các quá trình đúc chính được phân loại theo hình 1.1.

i) *Khuôn dùng một lần* làm từ cát, thạch cao và các vật liệu tương tự được liên kết với nhau. Chúng là vật liệu chịu được nhiệt độ cao khi kim loại nóng chảy. Sau khi đông đặc, khuôn được dỡ ra để lấy vật đúc.

ii) *Khuôn vĩnh cửu* làm từ vật liệu có độ bền nhiệt cao. Như tên gọi, chúng được dùng đi dùng lại nhiều lần. Khuôn được thiết kế sao cho dễ dàng rút được mẫu ra. Vì kim loại làm khuôn có độ dẫn nhiệt cao hơn khuôn một lần nên tốc độ nguội khi đông đặc lớn hơn, điều này làm ảnh hưởng đến tổ chức tế vi và kích thước hạt của vật đúc.



Hình 1.1. Phân loại đúc

iii) *Khuôn hỗn hợp* làm từ nhiều vật liệu như cát, graphite, kim loại, kết hợp những ưu điểm của từng vật liệu. Chúng được dùng trong các quá trình đúc khác nhau để nâng cao độ bền khuôn, điều khiển tốc độ nguội cũng như đạt được hiệu quả kinh tế cao.

iv) *Khuôn đặc biệt*: Để đơn tinh thể đông đặc theo hướng và phát triển sao cho không tạo thành biên giới hạt. Hoặc làm nguội rất nhanh tạo ra hợp kim vô định hình. Do đó, chi tiết có tính chất đặc biệt dùng trong ngành vật lý điện tử, vũ trụ,...

1.1.4. Ứng dụng

Sản xuất đúc phát triển rất mạnh và được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp. Trọng lượng vật đúc trung bình chiếm khoảng 40% ÷ 80% tổng trọng lượng của máy móc. Trong ngành cơ khí, tỷ trọng phôi đúc chiếm đến 60% ÷ 70% mà giá thành chỉ chiếm 20% ÷ 25%. Bảng 1.1 cho thấy đặc tính chung của các quá trình đúc.

Hiện nay có hai xu hướng tác động mạnh đến công nghệ đúc:

i) Xu hướng đầu tiên là tiếp tục cơ khí hóa và tự động hóa quá trình đúc, dẫn đến sự thay đổi quan trọng trong việc sử dụng các thiết bị và nhân công. Các thiết bị tiên tiến và hệ điều khiển tự động quá trình sản xuất đang thay thế các phương pháp đúc truyền thống.

ii) Xu hướng thứ hai là yêu cầu chất lượng đúc cao hơn, không có khuyết tật và dung sai vật đúc nhỏ.

Bảng 1.1: Đặc tính chung của các quá trình đúc

Quá trình đúc	Vật liệu chính	Trọng lượng (N)		Độ nhám R_a (μm)	Rỗ (*)	Độ phức tạp (*)	Độ chính xác	Chiều dày thành (mm)	
		Min	Max					Min	Max
Khuôn cát	Tất cả	0,5	Không giới hạn	5 – 25	4	1–2	3	3	Không giới hạn
Khuôn vỏ mỏng	Tất cả	0,5	1000+	1–3	4	2–3	2	2	–
Khuôn mẫu 1 lần	Tất cả	0,5	Không giới hạn	5 – 20	4	1	2	2	Không giới hạn
Khuôn thạch cao	KL màu (Al, Mg, Zn, Cu)	0,5	500+	1–2	3	1–2	2	1	–
Khuôn mẫu chảy	Tất cả	0,05	1000+	1–3	3	1	1	1	75
Khuôn vĩnh cửu	Tất cả	5	3000	2–3	2–3	3–4	1	2	50
Áp lực	KL màu (Al, Mg, Zn, Cu)	<0,5	500	1–2	1–2	3–4	1	0,5	12
Ly tâm	Tất cả	–	5000+	2–10	1–2	3–4	3	2	100

Ghi chú: 1 – Tốt nhất 5 – Kém nhất.

1.2. CƠ SỞ ĐÚC KIM LOẠI/ HỢP KIM

1.2.1. Tổng quan về đúc

Cũng như các quá trình sản xuất khác, hiểu biết về cơ sở sản xuất đúc là điều quan trọng cả về mặt tạo ra chất lượng sản phẩm tốt và kinh tế, cũng như xác định được kỹ thuật đúng để thiết kế và chế tạo. Kim loại lỏng khi điền đầy vào khuôn sẽ chuyển sang trạng thái đặc theo quá trình kết tinh với nhiều hiện tượng xảy ra. Các hiện tượng này ảnh hưởng đến hình dạng, kích thước, độ đồng đều và thành phần hóa học của các hạt tạo thành trong khi đúc, mà chúng lại ảnh hưởng ngược lại đến các thuộc tính vật đúc. Những yếu tố chính ảnh hưởng đến các hiện tượng này là:

- Tính chất cơ lý và nhiệt độ rót của hợp kim đúc;
- Dòng chảy của khối kim loại lỏng trong khuôn;
- Sự đông đặc (kết tinh) và nguội của kim loại trong khuôn;
- Ảnh hưởng của vật liệu làm khuôn.
- Cấu tạo cũng như quan hệ hình học của vật đúc.

1.2.2. Sự kết tinh kim loại trong khuôn

1. Các giai đoạn hình thành vật đúc

Có thể phân chia quá trình hình thành vật đúc thành các giai đoạn liên tiếp sau đây:

i) Giai đoạn điền đầy kim loại lỏng vào khuôn – Thời gian điền đầy tính từ khi bắt đầu rót đến thời điểm kim loại lỏng điền đầy hệ thống rót và đậu ngót. Thông thường thời gian rót phải đảm bảo cho kim loại điền đầy nhanh, nên giai đoạn này chưa có sự hạ nhiệt đáng kể.

ii) Giai đoạn hạ nhiệt độ từ nhiệt độ rót đến nhiệt độ nóng chảy– Kim loại lỏng trong khuôn sẽ truyền nhiệt vào thành khuôn với tốc độ khác nhau phụ thuộc vào tính chất lý nhiệt của khuôn và lượng tập trung kim loại từng vùng. Vì ở đáy khuôn được điền đầy trước nên ở đó sẽ bắt đầu kết tinh trước, sau đó mới đến thành bên. Hướng tản nhiệt luôn luôn vuông góc với thành khuôn.

iii) Giai đoạn kết tinh tính từ nhiệt độ điểm lỏng đến nhiệt độ điểm đặc (khoảng đông đặc). Trong lòng khuôn, kim loại lỏng bao giờ cũng kết tinh theo hướng từ dưới lên và từ ngoài vào trong ở các thành bên. Ở giai đoạn này có thể xảy ra theo hai trường hợp là: đông đặc theo lớp, khi những kim

loại nguyên chất, hợp kim cùng kết tinh hoặc khoáng kết tinh hẹp; trường hợp thứ hai là đông đặc thể tích ở những hợp kim có khoáng nhiệt độ kết tinh lớn.

iv) Giai đoạn nguội trong khuôn – Từ nhiệt độ điểm đặc đến nhiệt độ lấy vật đúc khỏi khuôn. Đây là thời điểm xảy ra chuyển biến phase ứng với từng hợp kim ở từng nhiệt độ. Tốc độ chuyển biến tại các vùng thành dày mỏng, vùng tập trung kim loại khác nhau.

v) Giai đoạn nguội ngoài khuôn – Tùy vào quá trình đúc mà xác định thời điểm bắt đầu nguội ngoài khuôn. Lúc này vật đúc nguội nhanh hơn nên dễ xảy ra nội ứng suất nhiệt, biến cứng bề mặt, mất ổn định và không đồng đều về thành phần hóa học.

2. Cấu trúc (tổ chức) vật đúc

Sau khi đã nguội hoàn toàn, tổ chức kim loại vật đúc với mỗi hợp kim sẽ khác nhau, bởi vì nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố: kết cấu vật đúc, phương pháp đúc, công nghệ đúc,... Vì thế khó có thể tìm ra một quy luật chung. Một cách tổng quát, người ta xét tổ chức kim loại vật đúc với điều kiện nguội bình thường trên một thời đúc với hai mặt cắt dọc và ngang.

Kim loại nguyên chất – Vì kim loại nguyên chất có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định rõ, nên nó kết tinh ở nhiệt độ không đổi. Ví dụ như nhôm đông đặc ở 660°C , vonfram ở 3410°C .

Khi nhiệt độ kim loại xuống đến nhiệt độ nóng chảy, thì nó duy trì ở đó trong khi nhiệt ẩn nóng chảy giảm. Mặt kết tinh (giao diện đặc–lỏng) chuyển động qua kim loại nóng chảy làm đông đặc từ thành khuôn vào tâm. Ngay khi kết tinh xảy ra tại nhiệt độ nào đó, thì quá trình nguội lại tiếp tục. Kim loại đông đặc, vật đúc được lấy ra khỏi khuôn để tiếp tục nguội đến nhiệt độ môi trường.

Cấu trúc hạt của vật đúc từ kim loại nguyên chất được chỉ ra trên hình 1.2a. Tại thành khuôn có nhiệt độ môi trường, do kim loại lỏng tiếp xúc với thành khuôn nguội nhanh hơn nên tại đây độ truyền nhiệt lớn. Mặt khác vùng kề thành khuôn có sẵn nhiều tâm mầm, tốc độ hình thành tâm mầm lớn hơn nhiều so với tốc độ phát triển mầm vì thế tạo nên hạt nhỏ, mịn, đồng đều. Lớp vỏ này dày hay mỏng tùy thuộc lượng tích nhiệt của vỏ khuôn đúc. Lớp vỏ bao giờ cũng bền và cứng (vùng I) (h. 1.2a). Hạt tiếp tục phát triển theo hướng ngược với hướng truyền nhiệt qua thành khuôn. Những hạt có định hướng thuận lợi sẽ được ưu tiên phát triển tạo nên các hạt dài hình kim (vùng II). Tại nơi xa thành khuôn, lúc này do chiều dày lớp