

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP THÁI NGUYÊN**



VŨ THU THỦY

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ HẠN
CHẾ HIỆN TƯỢNG SAI LỆCH KHUÔN, NHẪM NÂNG
CAO HIỆU QUẢ SẢN XUẤT CHO DÂY CHUYỀN ĐÚC
CHI TIẾT ĐÈ ĐÈN (LIGHT DOME) Ở CÁC XƯỞNG
ĐÚC TẠI THÁI NGUYÊN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGÀNH : CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Thái Nguyên, năm 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật thì năng suất và chất lượng của sản phẩm và đồng thời là giá thành sản phẩm rẻ luôn là vấn đề được các nhà sản xuất quan tâm. Một quá trình sản xuất công nghiệp luôn luôn phải được hoàn thiện bằng việc áp dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật trong tất cả các lĩnh vực nhằm giảm thiểu tối đa phế phẩm, các công đoạn không cần thiết, tiết kiệm nhân lực, vật tư và tạo ra được sản phẩm chất lượng cao với giá thành rẻ.

Công nghệ đúc nói chung và công nghệ đúc trong khuôn cát nói riêng được sử dụng rộng rãi trong ngành chế tạo máy. Hiện nay trên thế giới kỹ nghệ công nghệ đúc kim loại vẫn phát triển, có nhiều phương pháp đúc tiên tiến ra đời. Tuy nhiên phương pháp đúc trong khuôn cát vẫn được dùng phổ biến để chế tạo phôi. Các biện pháp để hạn chế phế phẩm vật đúc vẫn đang được các nhà sản xuất quan tâm nhằm tăng năng suất và hạ giá thành sản phẩm.

Với đề tài: ***“Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ hạn chế hiện tượng sai lệch khuôn , nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất cho dây chuyền đúc chi tiết đèn (LIGHT DOME) ở các xưởng đúc tại Thái Nguyên”*** đã góp phần cải thiện chất lượng vật đúc, giảm số lượng phế phẩm, nâng cao năng suất trong quá trình sản xuất đúc bằng phương pháp đúc trong khuôn cát.

Trong thời gian thực hiện được đề tài, tác giả đã nhận được sự quan tâm rất lớn của Nhà trường, Khoa Đào tạo sau đại học và các thầy cô giáo và các đồng nghiệp.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, khoa Sau đại học, các giáo viên giảng dạy đã tạo điều kiện cho người viết hoàn thành luận văn này;

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến **PGS.TS Vũ Quý Đạc** – Viện trưởng Viện Nghiên cứu phát triển CNC về KTCN- Đại học Thái Nguyên đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện Luận văn này;

Xin chân thành cảm ơn Th.S Hoàng Minh Phúc – cán bộ Viện Nghiên cứu phát triển CNC về KTCN đã cộng tác, giúp đỡ trong quá trình thực hiện đề tài.

Xin chân thành cảm ơn Viện Nghiên cứu phát triển CNC về KTCN- Đại học Thái Nguyên, Công ty phụ tùng 1 – Thái Nguyên, công ty THHH nhà nước một thành viên Diesel Sông Công, doanh nghiệp tư nhân cơ khí đúc gang Hùng Vỹ đã tận tình giúp đỡ trong quá trình thực hiện đề tài.

Mặc dù đã cố gắng, song do kiến thức và kinh nghiệm còn hạn chế nên chắc chắn Luận văn này không tránh khỏi thiếu sót. Tác giả rất mong sẽ nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các đồng nghiệp để Luận văn được hoàn thiện hơn và có ý nghĩa trong thực tiễn.

Xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2010

Người thực hiện

Vũ Thu Thủy

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan những kết quả có được trong Luận văn là do bản thân tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy giáo PGS.TS Vũ Quý Đạc. Ngoài phần tài liệu tham khảo đã được liệt kê, các số liệu và kết quả thực nghiệm là trung thực và chưa được ai công bố trong bất cứ công trình nào khác.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2010

Người thực hiện

Vũ Thu Thủy

MỤC LỤC

	Trang
Trang phụ bìa	
Lời nói đầu	1
Lời cam đoan	3
Mục lục	4
Danh mục các bảng biểu	7
Danh mục các hình vẽ, đồ thị	8
Phần I. MỞ ĐẦU	
1. Tính cấp thiết của đề tài	10
2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	11
3. Phương pháp nghiên cứu	11
4. Nội dung nghiên cứu	11
Phần II: NỘI DUNG	
Chương 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ ĐÚC BẰNG KHUÔN CÁT	12
1. Giới thiệu chung	12
1.1 Giới thiệu chung về công nghệ đúc bằng khuôn cát	12
1.2. Quy trình công nghệ đúc bằng khuôn cát	14
2. Các phương pháp làm khuôn cát	15
2.1. Làm khuôn bằng tay	15
2.2. Làm khuôn bằng máy vừa dẫn vừa ép	19
3. Nghiên cứu các yếu tố tác động đến quá trình làm khuôn	21
4. Các dạng sai hỏng chủ yếu của vật đúc	22
5. Nghiên cứu các dạng sai hỏng do sai lệch khuôn	30
Chương 2. NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT ĐÚC LOẠI CHI TIẾT LIGHT DOME TẠI THÁI NGUYÊN	32
1. Phân tích chi tiết gia công đèn LIGHT DOME	32
1.1. Vị trí làm việc	32

1.2. Yêu cầu kỹ thuật	33
1.3. Thành phần vật liệu	33
2. Nghiên cứu Quy trình làm khuôn	34
2.1. Thiết bị làm khuôn	34
2.1.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc	34
2.1.2. Kết luận	35
2.2. Quy trình làm khuôn	37
2.2.1. Khái quát quy trình làm khuôn	37
2.2.2. Kết luận	39
2.3. Khảo sát vật liệu làm khuôn	40
2.3.1. Thành phần vật liệu	40
2.3.2. Kết luận	44
2.4. Công nghệ chế tạo mẫu	47
2.4.1. Quy trình công nghệ.	47
2.4.2. Kết luận	49
2.5. Hệ thống định vị hòm khuôn	49
2.5.1. Phương pháp định vị	49
2.5.2. Kết luận	49
2.6. Tính toán lực đè khuôn	50
2.6.1. Vai trò của lực đè khuôn khi đúc	50
2.6.2. Tính lực đè khuôn	51
2.6.3. Kết luận	51
2.7. Quá trình lắp ráp và vận chuyển khuôn	52
2.8. Hệ thống rót	52
3. Thống kê số lượng phế phẩm vật đúc	56
4. Kết luận chương 2	57
Chương 3. NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ	
HẠN CHẾ PHẾ PHẨM DO SAI LỆCH KHUÔN	58
3.1. Đề xuất giải pháp công nghệ khắc phục các nguyên nhân	58

sai lệch do quy trình làm khuôn

3.2. Đề xuất giải pháp công nghệ xử lý các nguyên nhân do công nghệ chế tạo mẫu	59
3.3. Ứng dụng thử nghiệm đúc chi tiết Light dome	69
3.4. Đánh giá kết quả, bàn luận	69
3.5. Kết luận	70
Phần III. KẾT LUẬN CHUNG	71
1. Kết luận	71
2. Hướng nghiên cứu tiếp theo	71
Phụ lục	75
TÀI LIỆU THAM KHẢO	76

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1	Thành phần hỗn hợp của gang xám GX 15-32
Bảng 2.2	Thành phần hỗn hợp các nguyên liệu (%)
Bảng 2.3	Tỷ lệ các nguyên liệu trong mẻ liệu
Bảng 2.4	Thành phần hỗn hợp làm khuôn
Bảng 2.5	Thành phần vật liệu chi tiết Light dome
Bảng 2.6	Thông số máy làm khuôn F-2A (3895)
Bảng 2.7	Thành phần của hỗn hợp làm khuôn đúc gang
Bảng 2.8	Hỗn hợp khuôn cát 1 loại khuôn tươi đúc gang với khối lượng vật đúc <200kg
Bảng 2.9	Thống kê số lượng phế phẩm vật đúc
Bảng 2.10	Thống kê số lượng phế phẩm khi đúc chi tiết Light dome LD0005
Bảng 3.1	Thống kê số lượng phế phẩm chi tiết Light dome LD0005 sau khi ứng dụng các biện pháp khắc phục

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 2.1	Công nghệ đúc trong khuôn cát
Hình 2.2	Làm khuôn trong 2 hòm khuôn
Hình 2.3	Làm khuôn trên nền xưởng
Hình 2.4	Tiết bị quay dưỡng
Hình 2.5	Máy làm khuôn vừa dẫn vừa ép
Hình 2.6	Sơ đồ máy vừa dẫn vừa ép
Hình 2.7	Khuyết tật vật đúc do rót thiếu
Hình 2.8	Khuyết tật vật đúc do bavia
Hình 2.9	Khuyết tật vật đúc do sai lệch khuôn
Hình 2.10	Chi tiết Light dome
Hình 2.11	Vị trí làm việc của chi tiết Light dome
Hình 2.12	Cấu tạo máy làm khuôn vừa dẫn vừa ép
Hình 2.13	Sự phân bố đầm chặt theo chiều cao khuôn
Hình 2.14	Nứt và xốp khi dẫn
Hình 2.15	Vị trí chi tiết trên tấm mẫu
Hình 2.16	Phương pháp xác định tâm đường tròn
Hình 2.17	Phương pháp vạch dấu trên mặt 2
Hình 2.18	Định vị hòm khuôn
Hình 2.19	Chi tiết gia công Light dome LD0005
Hình 2.20	Hệ thống rót
Hình 2.21	Các kiểu hệ thống rót
Hình 2.22	Quá trình rót kim loại lỏng vào khuôn
Hình 3.1	Hòm khuôn kiểu mở
Hình 3.2	Bạc lót bán nguyệt có xẻ rãnh
Hình 3.3	Quy trình thiết kế và chế tạo mẫu đúc

Hình 3.4	Mô hình thiết kế 3D chi tiết
Hình 3.5	Mô hình thiết kế 3D mẫu
Hình 3.6	Sản phẩm mẫu
Hình 3.7	Sản phẩm ứng dụng của đề tài
Hình 3.8	Sản phẩm mới dỡ khuôn
Hình 3.9	Sản phẩm đóng gói chờ xuất khẩu

Phần I. MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật thì năng suất, chất lượng sản phẩm luôn là vấn đề được các nhà sản xuất quan tâm. Một quá trình sản xuất công nghiệp luôn luôn phải được hoàn thiện bằng việc áp dụng những tiến bộ khoa học kỹ thuật trong tất cả các lĩnh vực nhằm giảm thiểu tối đa các công đoạn không cần thiết, tiết kiệm nhân lực, vật tư, năng suất cao và tạo ra được sản phẩm chất lượng cao với chi phí thấp nhất.

- Hiện nay tại Thái Nguyên có một số xưởng đúc sản xuất một khối lượng lớn chi tiết đèn xuất khẩu (khoảng 300.000 ct/năm, với đơn giá: 30.000đ/ct).

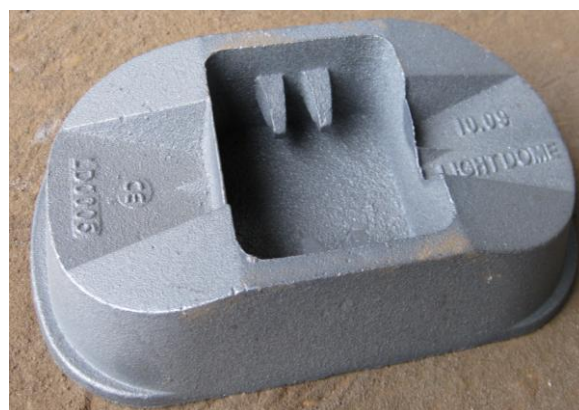
- Với công nghệ hiện tại của một số xưởng sản xuất thì chất lượng sản phẩm đúc không ổn định, có lô phế phẩm đến 15%...ảnh hưởng đến hiệu quả kinh doanh, không đáp ứng được yêu cầu về tiến độ của khách hàng.

- Rất nhiều chi tiết bị phế phẩm do sai lệch khuôn.

Do vậy đề tài : ***“Nghiên cứu đề xuất giải pháp công nghệ hạn chế hiện tượng sai lệch khuôn, nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất cho dây chuyền đúc chi tiết light dome ở các xưởng đúc tại Thái Nguyên”*** là thực sự cấp thiết trong điều kiện hiện nay.



Chi tiết Light Dome LD2010



Chi tiết Light Dome LD0005

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.

- Phát hiện nguyên nhân chủ yếu gây hiện tượng sai lệch khuôn trong hệ thống máy làm khuôn cát đúc chi tiết đế đèn.
- Đề xuất với xưởng sản xuất những giải pháp cụ thể hạn chế phế phẩm do hiện tượng sai lệch khuôn tạo ra , phục vụ kịp thời và nâng cao hiệu quả sản xuất.

3. Phương pháp nghiên cứu.

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với nghiên cứu thực nghiệm

4. Nội dung nghiên cứu.

- Nghiên cứu tổng quan về quá trình làm khuôn cát trên máy đúc các chi tiết máy vật liệu bằng gang .
- Nghiên cứu đánh giá đặc điểm động lực học của máy làm khuôn kiểu dẫn ép
- Khảo sát, đánh giá hệ thống gá đặt cụm hòm khuôn đúc chi tiết đế đèn .
- Nghiên cứu quá trình sinh lực đè khuôn khi đúc sản phẩm bằng gang .
- Khảo sát quá trình đúc sản phẩm.
- Phát hiện những nguyên nhân chủ yếu gây hiện tượng sai lệch khuôn và đề xuất giải pháp.
- Thiết kế chế tạo một số chi tiết chủ yếu trong hệ thống gá đặt .

Phần II: NỘI DUNG

Chương 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ

ĐÚC BẰNG KHUÔN CÁT

1. Giới thiệu chung

Công nghệ đúc là công nghệ chế tạo sản phẩm bằng phương pháp rót vật liệu ở dạng chảy lỏng vào khuôn để tạo ra sản phẩm có hình dạng theo khuôn mẫu. Đa phần công nghệ đúc thực hiện với các vật liệu kim loại.

Công nghệ đúc được chia thành hai loại chính: Đúc thông thường và Đúc đặc biệt

Đúc thông thường: Là công nghệ có từ cổ xưa, đúc thông thường được thực hiện với các khuôn cát.

Đúc đặc biệt: Là phương pháp khác đúc thông thường, đúc đặc biệt có sự khác biệt về nguyên liệu và công nghệ làm khuôn, cách điền đầy và tạo hình vật đúc.

Đúc đặc biệt thường sử dụng khuôn kim loại, thường có các dạng: Đúc trong khuôn kim loại, Đúc áp lực, Đúc ly tâm, Đúc liên tục và một số công nghệ đúc đặc biệt khác.

1.1 Giới thiệu chung về công nghệ đúc bằng khuôn cát

Đúc khuôn cát có thể nói là một phương pháp đúc truyền thống. Với vật liệu chủ yếu là cát, chất phụ gia đi kèm có thể tạo nên tên gọi riêng cho từng phương pháp riêng biệt. Sau đây là các phương pháp đúc khuôn cát

1.1.1 Công nghệ đúc khuôn cát tươi

Khuôn cát tươi được dùng đầu tiên trong công nghệ khuôn cát. Vật liệu để làm khuôn là cát + sét + nước. Khuôn cát tươi có đặc điểm dễ sử dụng, bề mặt vật đúc sẽ mịn nếu cỡ hạt cát áo nhỏ. Nhưng do trong quá trình làm khuôn cần phải *đánh động mẫu để thoát mẫu*, nên sản phẩm đúc sẽ có độ dôi gia

công lớn. Đặc biệt dây chuyền khuôn tươi đã được tự động hoá như dây chuyền DISAMATIC tại Công ty cơ khí Đông Anh – hoàn toàn tự động.

1.1.2. Công nghệ khuôn khô

Trong công nghệ khuôn khô thì nếu như khuôn tươi được đem sấy trong lò sấy khoảng 5h trước khi rót cũng được gọi là một loại khuôn khô. Ngoài ra còn có công nghệ khuôn cát nước thuỷ tinh đóng rắn bằng khí cacbonic. Nước thuỷ tinh hay còn gọi là dung dịch silicat natri được trộn vào cát rồi đem giã khuôn. Sau khi khuôn đã giã xong thì xịt khí cacbonic để khuôn rắn lại. Đó là do phản ứng hoá học giữa silicat natri và khí cacbonic và nước (phản ứng giữa kiềm và axit). Công nghệ khuôn cát nước thuỷ tinh dễ làm, dễ sử dụng, sản phẩm có độ dôi gia công ít hơn, khuôn rắn chắc đã được ứng dụng rộng rãi trong hầu hết các công ty đúc trên toàn quốc. Chỉ có nhược điểm là vấn đề tái sinh cát là phải lưu ý.

1.1.3. Công nghệ khuôn mẫu cháy

Đây là công nghệ thuộc vào hàng mới hơn so với phương pháp truyền thống. Để đúc 1 sản phẩm, chúng ta cần chế tạo sản phẩm đó bằng polyesteron, sau đó cho vào khuôn và đổ cát khô vào, kết hợp với việc hút chân không, khuôn sẽ cứng vững. Khi rót kim loại vào khuôn, mẫu Polyesteron sẽ cháy và kim loại lỏng điền đầy khuôn, công nghệ này cũng đang được ứng dụng tại nhiều doanh nghiệp đúc vừa và nhỏ ở nước ta, như Viện Công nghệ Hà Nội, Cơ khí Duyên Hải - Hải phòng....

1.1.4. Công nghệ khuôn cát nhựa

Đây là công nghệ mới với cát đã được nhà máy xử lý bao bọc 1 lớp nhựa. Khi sản xuất đem trộn cát với axit formaldehit, sẽ được khuôn cát nhựa đóng rắn nguội, hoặc khuôn cát đem nung nóng sẽ được khuôn cát nhựa đóng rắn nóng.

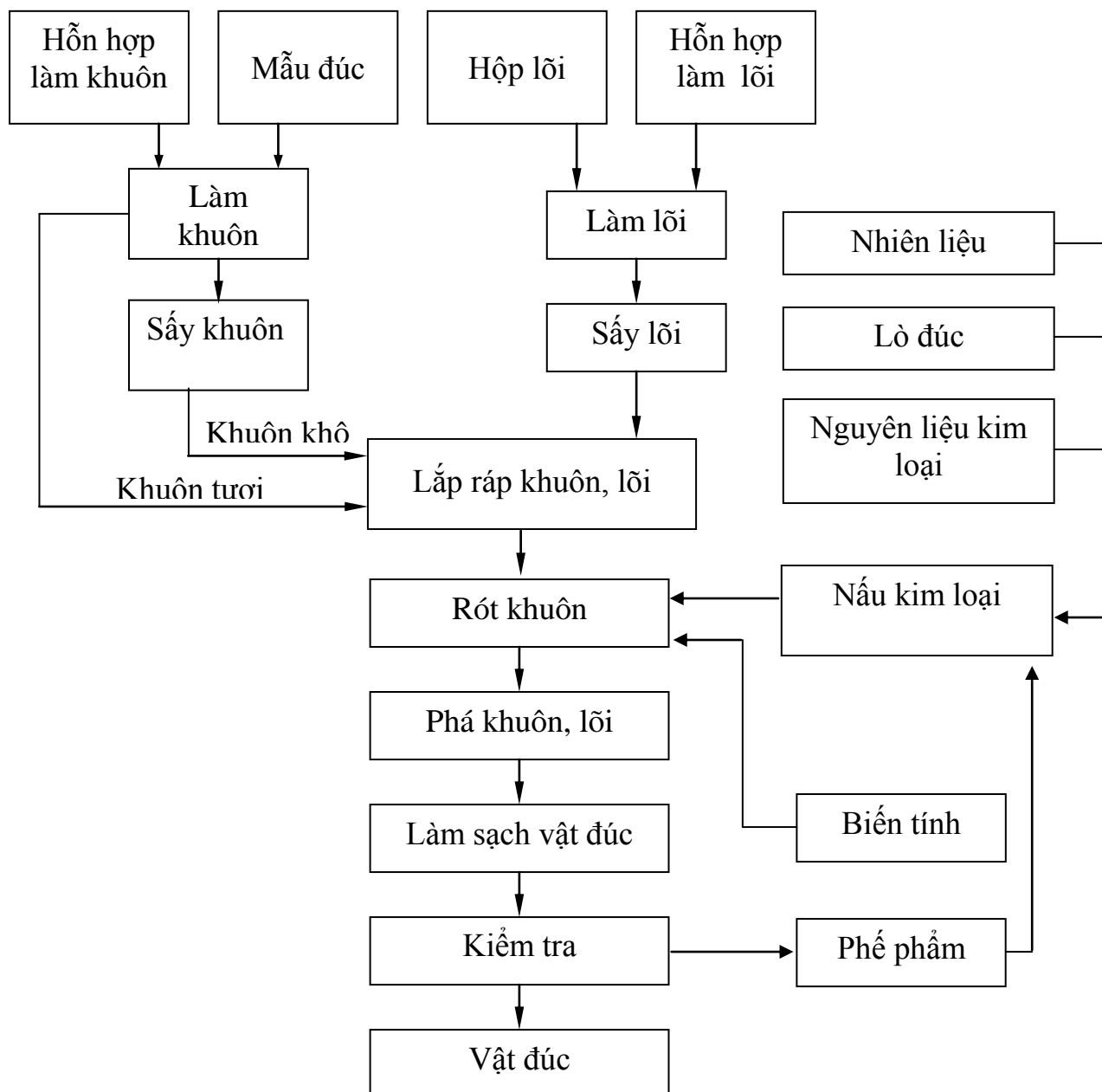
1.1.5. Công nghệ Furan

Đây là dây chuyền công nghệ mà các công ty Nhật bản ưa chuộng vì cát

sẽ được trộn với nhựa Furan và axit, khuôn sẽ đóng rắn rất tốt, sản phẩm có độ nhẵn bóng bề mặt nhưng vẫn đề khó khăn là ô nhiễm môi trường làm việc vì mùi nhựa Furan rất độc.

1.2. Quy trình công nghệ đúc bằng khuôn cát

Quá trình đúc được biểu diễn theo sơ đồ sau:



Hình 2.1: Công nghệ đúc trong khuôn cát

Phòng kỹ thuật có nhiệm vụ lập phiếu công nghệ và thiết kế các bản vẽ kỹ thuật: bản vẽ chi tiết, bản vẽ vật đúc, bản vẽ mẫu và bản vẽ hộp lõi rồi đưa sang bộ phận mộc mẫu để chế tạo mẫu và hộp lõi. Sau đó chuyển cho các bộ phận chế tạo khuôn, lõi. Sau khi sấy hoặc không sấy khuôn, lõi, tiến hành lắp ráp khuôn và rót kim loại.

2. Các phương pháp làm khuôn cát.

Đúc trong khuôn cát chiếm tỷ lệ khá cao (trên 80%) trong sản xuất đúc. Khuôn đúc là nhân tố quan trọng quyết định chất lượng của vật đúc. *Thường 50 ÷ 60% phế phẩm vật đúc là do khuôn đúc gây ra.* Vì vậy việc tuân thủ yêu cầu kỹ thuật làm khuôn và lõi là một trong những nhiệm vụ của người làm kỹ thuật đúc.

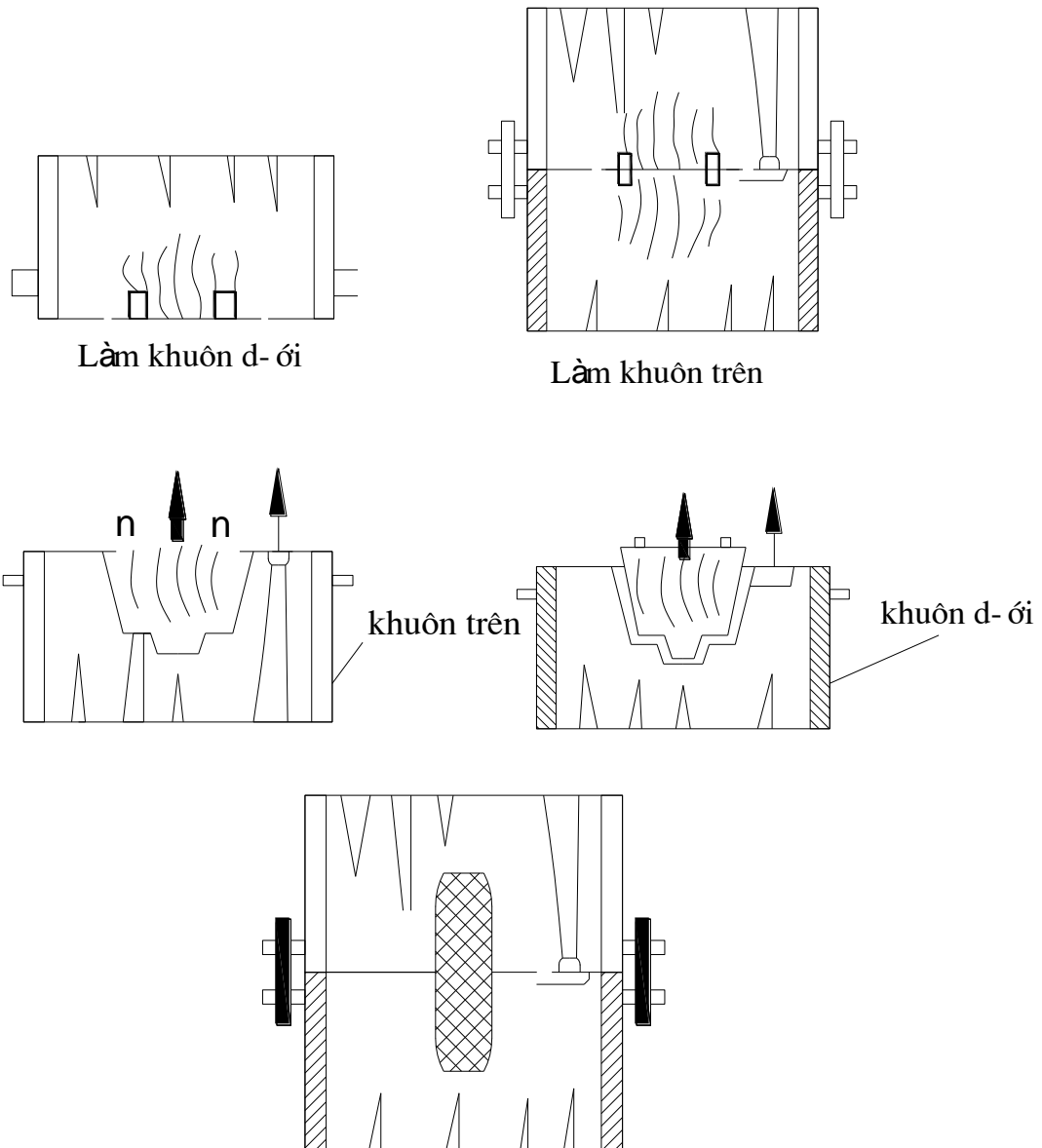
Tuỳ theo sản lượng của vật đúc, mức độ cơ khí hoá của xưởng đúc, việc làm khuôn và lõi có thể được tiến hành theo một trong những hình thức sau:

2.1. Làm khuôn bằng tay

Làm khuôn bằng tay có những đặc điểm sau: Độ chính xác của khuôn không cao, năng suất thấp, yêu cầu công nhân làm khuôn phải có tay nghề cao (nhất là với những vật đúc phức tạp). Thích hợp khi chế tạo các vật đúc cực lớn hoặc rất phức tạp về kết cấu.

Có nhiều phương án làm khuôn bằng tay như: Làm khuôn trên nền đất, làm khuôn trong hai hoặc nhiều hòm khuôn, làm khuôn bằng dưỡng gát, làm khuôn bằng mẫu có phần rời, làm khuôn không hòm... nhưng quá trình làm khuôn thường vẫn theo một trình tự gồm các thao tác sau: giã khuôn, tạo hệ thống thoát hơi, lấy mẫu ra khỏi khuôn, sửa khuôn, lắp ráp khuôn.

2.1.1. Làm khuôn trong hai hòm khuôn

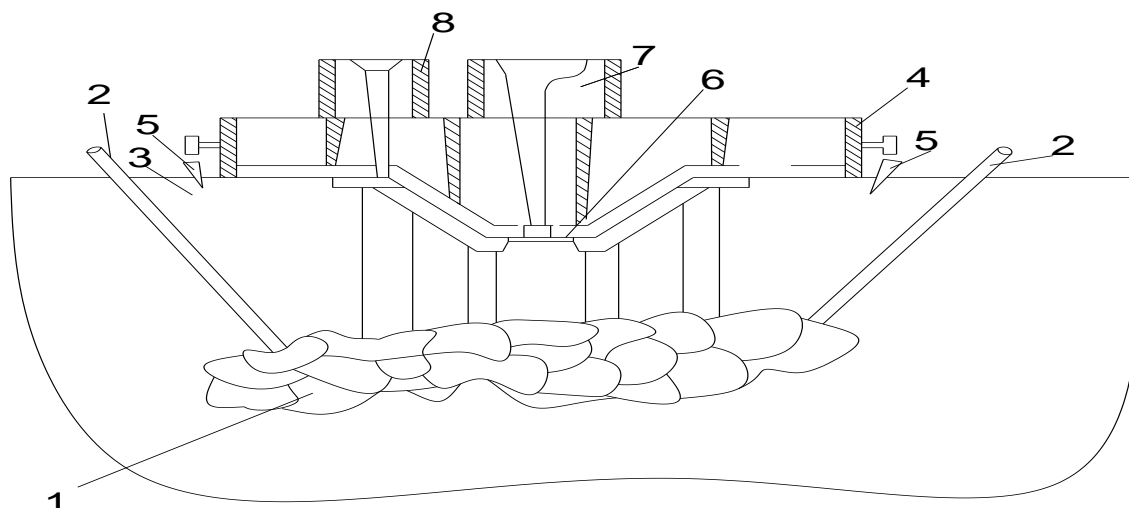


Hình 2.2: Làm khuôn trong hai hòm khuôn

Làm khuôn trên: Đặt mẫu và hòm khuôn lên tấm phẳng, rắc cát áo phủ lên mẫu sau đó rắc cát đệm và đầm chặt lần thứ nhất, đổ thêm cát đệm đầm chặt và gạt phẳng mặt trên. Xăm lỗ thoát hơi, quay hòm khuôn 180^0 sửa chữa các chỗ thiếu và chữa lại các mép quanh mẫu.

Làm khuôn dưới: Đặt hòm khuôn lên trên hòm khuôn dưới và rắc lớp bột cách, đặt ống rót và rắc lớp cát áo, đổ lớp cát đệm và đầm chặt lần thứ nhất, đổ thêm cát đệm và đầm chặt lần thứ hai, gạt phẳng và xăm lỗ thông hơi. Nâng hòm khuôn trên, khoét máng dẫn, quét nước quanh mép mẫu, rút mẫu ra.

2.1.2. Làm khuôn trên nền xường



Hình 2.3: Làm khuôn trên nền xường

Phương pháp này dùng rất phổ biến trong sản xuất đơn chiếc đối với vật đúc trung bình và lớn khi thiếu hòm khuôn có kích thước cần thiết.

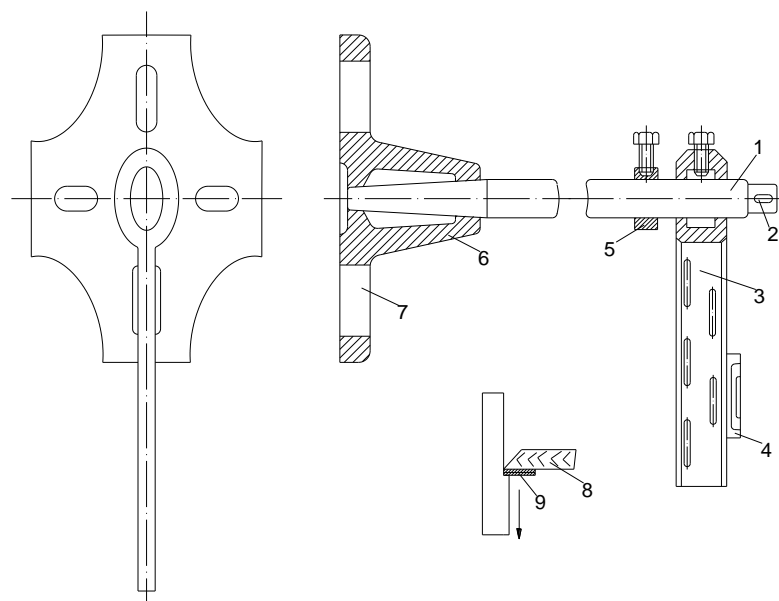
Quá trình làm khuôn trên nền xường: Trên nền xường đào lỗ có chiều sâu lớn hơn chiều cao của mẫu khoảng $300 \div 400\text{mm}$; đầm chặt đáy lỗ rồi đổ một lớp xỉ hoặc sỏi dày $150 \div 200\text{mm}$. Để tăng độ thoát khí, đặt hai ống nghiêng dẫn khí ra ngoài, đổ lớp cát đệm sau đó đổ cát áo và đầm chặt một ít; ấn mẫu xuống để mặt phân khuôn của mẫu trùng với mặt aa (mặt bằng của nền xường). Rắc lớp bột cách và đặt hòm khuôn lên, cố định vị trí của hòm bằng chốt gỗ sát vào thành hòm, đặt hệ thống rót và đậu ngót sau đó đổ vật liệu làm khuôn để làm khuôn trên, nhấc hòm khuôn trên và cắt máng dẫn, rút mẫu ra và lắp khuôn trên vào, đặt cốc rót và cốc đậu hơi, đặt tải trọng đè và rót kim loại.

2.1.3. Làm khuôn bằng dưỡng gạt

Làm khuôn bằng dưỡng gạt là cách làm khuôn không dùng mẫu, chỉ cần một tấm gỗ để gạt lớp cát khuôn đã giã chặt. Dưỡng chuyển động theo một quỹ đạo nhất định để tạo hình mặt khuôn.

Phương pháp này thích hợp khi chế tạo các chi tiết tròn xoay và đôi khi dùng để chế tạo các chi tiết đúc có đường kính lớn mà máy tiện cắt không gia công được mẫu.

Làm khuôn bằng dưỡng gạt có nhiều kiểu, tùy theo hướng chuyển động của dưỡng. Có thể dùng dưỡng tạo hình toàn bộ khuôn đúc cũng có thể dùng dưỡng tạo hình một phần lỗ khuôn, phần còn lại phải dùng mẫu.



Hình 2.4: Thiết bị quay dưỡng

- | | |
|------------------|------------------|
| 1- Trụ lắp dưỡng | 5- Vòng cữ |
| 2- Lỗ móc dây | 6- Đế |
| 3- Cản gá dưỡng | 7- Lỗ bắt bulông |
| 4- Nivô | |

Làm khuôn bằng dưỡng quay thẳng đứng là kiểu phổ biến nhất của cách làm khuôn bằng dưỡng. Thiết bị làm khuôn bằng dưỡng gạt gồm có: bộ bằng gang 6 có khoan lỗ để lồng trục 1 và có lỗ 7 để bắt bulông lên tấm đỡ khi cần thiết. Trụ đứng 1 làm bằng thép tròn trên đầu có khoan lỗ 2 để móc vào cản

trục, tay quay bằng gang 3 và vòng định cỡ chiều cao 5. Để kiểm tra độ ngang phẳng của tay quay dùng nivô 4.

Quá trình làm khuôn bằng dưỡng gạt: Để chế tạo chi tiết, dùng dưỡng gạt là hai tấm gỗ có đường lõm là đường sinh mặt trong và mặt ngoài của chi tiết, để được lòng khuôn đúng như chi tiết cần có mẫu phụ nan hoa và moayơ. Dùng dưỡng gạt lắp trên trục đứng và quay quanh nó để gạt hỗn hợp làm khuôn đã được nén chặt trước, kết quả cho ta hình dáng mặt ngoài của chi tiết. Lắp mẫu phụ vào trục quay, đặt hệ thống rót và đầu ngót rồi đặt hòm khuôn trên lên để làm khuôn trên. Để hỗn hợp làm khuôn không bị dính có thể dùng bột cách hoặc giấy phủ lên mặt phân khuôn. Sau khi lấy hòm khuôn trên ra, thay dưỡng gạt, quay quanh trục, đến khi nào chạm mặt đáy của mẫu phụ. Kết quả cho ta mặt trong của chi tiết.

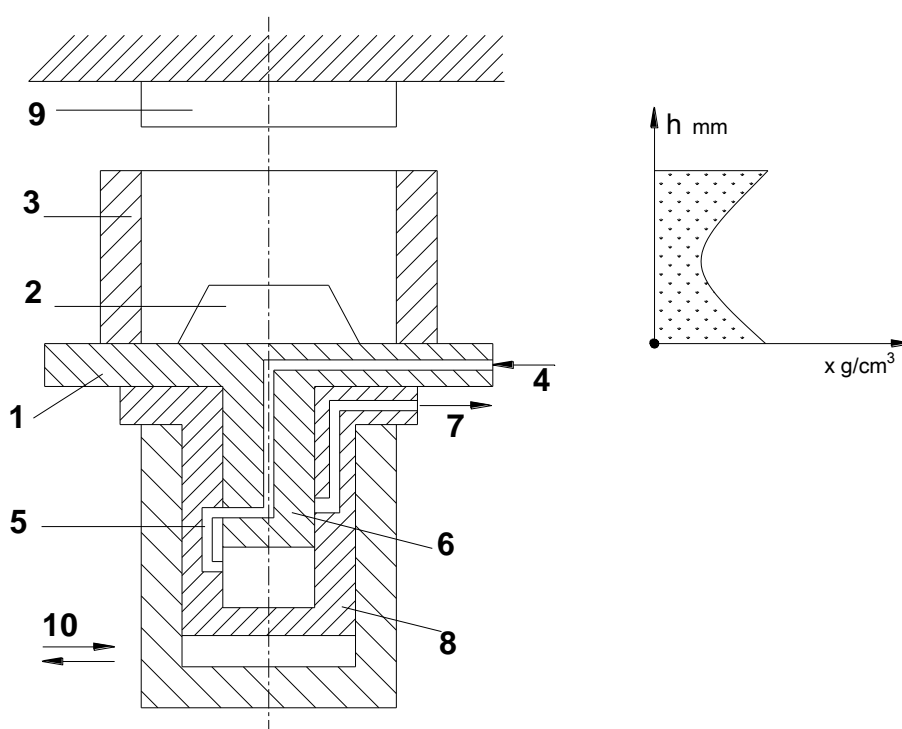
2.2. Làm khuôn bằng máy dẫn ép



Hình 2.5: Máy làm khuôn vừa dẫn vừa ép

Làm khuôn bằng máy là cơ khí hóa toàn bộ quá trình làm khuôn hoặc một số nguyên công cơ bản như đầm chặt, rút mẫu ... Làm khuôn bằng máy khắc phục được các khuyết điểm của Phương pháp làm khuôn bằng tay nghĩa là nhận được vật đúc có chất lượng tốt, năng suất cao gấp vài chục lần nhưng chỉ làm khuôn bằng máy trong những trường hợp sau:

- Chỉ dùng mẫu để làm khuôn không dùng dưỡng gạt được. Thường dùng hòm khuôn chứ không làm khuôn trên nền xưởng, không làm trong ba hoặc nhiều hòm khuôn, chỉ dùng một loại vật liệu làm khuôn (không dùng riêng cát áo và cát đệm). Làm khuôn bằng máy chỉ dùng cho sản xuất hàng loạt hoặc hàng khối.



Hình 2.6: Sơ đồ Máy vừa dẫn vừa ép

Làm khuôn bằng máy dẫn ép:

Sơ đồ làm khuôn trên máy vừa dẫn vừa ép trình bày trên hình 2.6. Mẫu 2 và hòm khuôn 3 lắp trên bàn máy 1. Chày ép 9 cùng xà ngang quay khỏi vị trí trên hòm khuôn. Sau đó đổ đầy hỗn hợp làm khuôn (hoặc thêm hòm khuôn

phụ). Khí ép theo rãnh 4, 5 vào xi lanh 8 và đẩy pittông 6 cùng bàn máy đi lên, khi lỗ khí 7 hở ra, khí ép thoát ra ngoài, bàn máy lại rơi xuống.

Quá trình này thực hiện giai đoạn dẫn như máy dẫn. Sau khi dẫn xong, quay chày ép về vị trí trên hòm khuôn, đóng cửa vào rãnh 4, mở rãnh 10, khí ép sẽ nâng pittông 8 cùng toàn bộ pittông 6 và bàn máy đi lên để thực hiện quá trình ép. Sau đó quay chày ép để tiến hành lấy hòm khuôn ra, làm khuôn khác.

Độ đầm chặt hỗn hợp là khuôn bằng phương pháp này tương đối đều.

3. Nghiên cứu các yếu tố tác động đến quá trình làm khuôn

Quá trình làm khuôn ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng vật đúc. Việc tuân thủ nghiêm yêu cầu kỹ thuật làm khuôn sẽ đảm bảo hiệu quả trong quá trình sản xuất đúc.

Các yếu tố tác động trong quá trình làm khuôn ảnh hưởng đến chất lượng vật đúc như sau:

- *Làm khuôn bằng tay:*

- + Tay nghề công nhân
- + Lực đầm chặt khuôn
- + Độ chính xác của vật mẫu
- + Hỗn hợp làm khuôn
- + Chốt định vị

- *Làm khuôn trên máy*

- + Thiết bị làm khuôn
- + Quá trình dẫn của máy làm khuôn
- + Hỗn hợp làm khuôn
- + Độ chính xác của vật mẫu
- + Chốt định vị

4. Các dạng sai hỏng chủ yếu của vật đúc

Các dạng sai hỏng hay còn gọi là khuyết tật vật đúc là sự sai lệch về hình dáng, kích thước, trọng lượng của vật đúc hoặc về các tính chất, các điều kiện kỹ thuật đã được định trước. Các sai hỏng vật đúc có loại sửa được, có loại không thể sửa được.

Sai hỏng vật đúc được chia ra làm 7 nhóm theo đặc trưng của chúng:

Nhóm 1: Sai hình dáng, kích thước và trọng lượng

- *Thiếu hụt:* Là hiện tượng hình dáng vật đúc không đầy đủ. Nguyên nhân có thể do rót thiếu, nhiệt độ rót của kim loại lỏng quá thấp nên không kịp điền đầy khuôn. Cũng có thể do kim loại bị chảy rò ra ngoài qua mặt phân khuôn, khuôn thoát hơi quá kém nên áp lực khí trong khuôn lớn không cho phép kim loại lỏng điền đầy khuôn.



Hình 2.7: Khuyết tật vật đúc do rót thiếu

- *Lệch:* Khi lắp ráp nếu khuôn và lõi có hiện tượng bị xô lệch thì vật đúc ra cũng bị lệch theo.

Có thể do đặt mẫu sai, định vị mẫu không tốt, ráp khuôn thiếu chính xác và kẹp khuôn lỏng.

- *Ba via:* Ba via thường được hình thành dọc theo bề mặt lắp ráp khuôn, đầu góc lõi.



Hình 2.8: Khuyết tật vật đúc do bavia

- *Lỗi*: Khi khuôn được đầm chặt kém thì dưới tác dụng của cột áp kim loại nó bị lún làm cho vật đúc dày ra chỗ lún đó.
- *Sứt*: Sứt thường xảy ra khi đập đầu rót, ngót hoặc khi làm sạch vật đúc.
- *Sai kích thước*: Là hiện tượng kích thước vật đúc sai so với kích thước thiết kế.
- *Sai khối lượng*: Khi sai kích thước sẽ dẫn đến sai khối lượng vật đúc so với khối lượng cho phép.

Nhóm 2: Khuyết tật mặt ngoài

- *Cháy cát*: Là hiện tượng bề mặt đúc xù xì do tác dụng tương hỗ giữa kim loại lỏng và vật liệu làm khuôn.

Cháy cát được chia ra: Cháy cát cơ học và cháy cát hóa học.

Cháy cát cơ học là hiện tượng kim loại lỏng chui vào khe hở giữa các hạt cát trên bề mặt hốc khuôn sau khi đông đặc sẽ ngấm lớp cát này trên bề mặt vật đúc.

Cháy cát hóa học là hiện tượng cát tác dụng hóa học với oxit kim loại trên bề mặt vật đúc tạo ra hợp chất dễ chảy dính bám vào bề mặt vật đúc sau khi nguội.

- *Khóp*: Là hiện tượng tạo thành khe rãnh trên bề mặt vật đúc, có mép tròn do các dòng kim loại chảy trong khuôn không hòa tan vào nhau được.

Nguyên nhân sinh ra khớp có thể do dẫn kim loại vào khuôn không hợp lý; rót kim loại không liên tục, nhiệt độ rót kim loại lỏng quá thấp.

- *Ria*: Là hiện tượng tạo ra các đường nổi trên bề mặt vật đúc do kim loại lỏng chui vào khe nứt trên mặt khuôn hoặc lõi.

- *Giọt hạt*: Là hiện tượng kim loại bám trên bề mặt vật đúc. Hiện tượng này xảy ra khi đúc hợp kim của chì và thiếc.

Nhóm 3: Nứt

Nguyên nhân sinh ra nứt là do tồn tại ứng suất dư trong vật đúc. Ứng suất dư tồn tại trong vật đúc do độ co của nó không đồng đều giữa các phần của vật đúc.

Nứt ở vật đúc có hai dạng:

Nứt nóng: Là nứt ở nhiệt độ cao vì vậy bề mặt nứt bị oxy hóa có màu xám tối.

Nứt nguội: Là nứt ở nhiệt độ thấp, khi đó kim loại ít bị oxy hóa nên bề mặt vật nứt có màu sáng.

Một số biện pháp khắc phục:

+ **Kết cấu vật đúc**: Thiết kế đúc phải đảm bảo chiều dày thành đồng đều hoặc chỉ sai lệch trong phạm vi cho phép. Những chỗ giao nhau phải có góc lượn thích hợp.

+ **Về mặt công nghệ**: Đảm bảo độ lún của khuôn lõi; bố trí hệ thống rót thích hợp. Xương lõi khuôn đặt sát bề mặt lõi làm giảm tính lún.

Nhóm 4: Rỗ

Rỗ là những lỗ hổng trong vật đúc. Rỗ có hai loại:

Rỗ khí: Là những lỗ nhỏ, rất nhỏ, có kích thước khác nhau trong vật đúc. Rỗ khí sinh ra là do khí hòa tan quá nhiều vào kim loại lỏng, khi vật đúc kết tinh độ hòa tan khí giảm, khí bị đẩy ra dưới dạng tự do. Khi không kịp thoát hết ra ngoài khí nằm lại trong vật đúc dưới dạng các lỗ nhỏ (bọt khí).

Rỗ co: Là những lỗ nhỏ, bề mặt xù xì, có kích thước tương đối giống nhau trong vật đúc. Nguyên nhân gây rỗ co là do kim loại đúc có khoảng động rộng vì vậy trở lực mao dẫn kim loại lỏng vào vùng kết tinh lớn, vật đúc kết tinh không được bù ngót đầy đủ.

Nhóm 5: Lẫn tạp chất

Lẫn tạp chất chủ yếu gồm:

- *Lẫn xỉ:* Khi lọc xỉ kém trong vật đúc có thể lẫn xỉ, vì độ bền của xỉ rất thấp nên có thể coi hiện tượng lẫn xỉ giống như rỗ (tạo lỗ rỗng).

- *Lẫn cát:* Khi làm sạch khuôn kém trong hộc khuôn có thể có bụi cát, khi rót kim loại lỏng khuôn và lõi có thể bị xói lở, vỡ cát. Cát, bụi tạo ra lẫn vào vật đúc tạo nên khuyết tật rỗ cát (lẫn cát).

- *Lẫn hạt:* Là hiện tượng trong vật đúc có những kim loại nhỏ đông đặc riêng không dính liền với kim loại vật đúc.

Nhóm 6: Sai tổ chức

Sai tổ chức vật đúc bao gồm:

- *Sai cỡ hạt:* Khi làm nguội vật đúc không đúng tốc độ qui định sẽ dẫn đến sai cỡ hạt của nó.

- *Biến trắng:* Với vật đúc bằng gang khi làm nguội quá nhanh bề mặt vật đúc sẽ bị trai cứng không gia công cắt gọt được.

- *Thiên tích:* Là sự không đồng nhất về thành phần hóa học trong vật đúc.

Nhóm 7: Sai thành phần hóa học và cơ tính

- *Sai thành phần hóa học của vật đúc:* Nguyên nhân do tính phối liệu sai.

Muốn đánh giá chất lượng gang người ta dùng hai cách đơn giản:

+ Đo độ rắn

+ Xét tổ chức tế vi của mẫu gang đã mài và tẩm thực rồi xem ở kính hiển vi (hình dạng, cỡ hạt prapit, số lượng: tỷ lệ các thành phần của nền kim loại cơ sở như ferit, peclit, xêmantit...)

Gang xám chiếm tỷ trọng lớn nhất trong toàn bộ hợp kim đúc, khoảng 80%. Gang xám có graphit dạng tấm, nền chủ yếu gồm ferit và peclit. Gang xám được dùng nhiều vì rẻ, dễ đúc. Do có khả năng giảm rung động tốt hơn tất cả các hợp kim đúc khác nên gang xám được dùng rộng rãi để chế tạo thân, hộp, bộ máy.

Hiện nay ở các xưởng đúc của ta có hai khuynh hướng trái ngược nhau:

- Nấu gang xám chỉ dùng gang thổi và gang cũ nấu lại, không để ý đến thành phần, tổ chức tế vi và cũng không quan tâm đến điều kiện làm việc của chi tiết máy đúc ra. Gang đúc ra thường không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật, chất lượng cũng biến động.

- Để cải thiện chất lượng nấu gang, khi nấu pha chế thêm các hợp kim đắt tiền, phối liệu rất cầu kỳ có khi phải nấu trung gian rất tốn kém. Nhưng cuối cùng cũng không kiểm tra tổ chức tế vi của gang và đánh giá xem chất lượng của gang đã tăng lên bao nhiêu, có đủ bù lại về kinh tế do việc dùng thêm các nguyên tố hợp kim hay không.

Do vậy việc tính toán phối liệu cho một mẻ liệu nạp vào lò đúc liên quan đến chất lượng và yêu cầu kỹ thuật, tính kinh tế của vật đúc.

Tính phối liệu cho một mẻ nấu gang vào lò đúng như sau:

- Vật liệu nấu gang:
- + Vật liệu kim loại: gồm có gang thổi, gang và thép vụn, hợp kim ferro và hồi liệu.

Tính thành phần mẻ liệu kim loại:

Thành phần hóa học của gang cần nấu: Gang chế tạo chi tiết Light dome có ký hiệu: GX 15-32. Tra bảng 42 [5] có:

Mức gang	Thành phần hóa học					Cơ tính	
	%C	% Si	% Mn	P:S (Không quá)		Độ cứng HB	Độ võng khi uốn với 1300mm (Không dưới)
GX 15-32	3,5-3,7	2,0-2,4	0,5-0,8	0,3	0,15	163-229	2,5

Bảng 2.1: Thành phần hóa học gang xám: GX 15-32

Vật đúc dày, mỏng do tốc độ nguội khác nhau nên cơ tính cũng khác nhau, vì vậy với vật đúc dày cần giảm tỷ lệ Silic để đảm bảo cơ tính vật đúc, vật đúc mỏng cần tăng tỷ lệ Silic để chống biến trắng.

Tra bảng 43 [5] ta có tỷ lệ Silic trong gang với thành vật đúc chi tiết Lightdome có chiều dày 6 – 10mm là $2,2 \div 2,6\%$.

Tính mẻ liệu để đúc chi tiết Lightdome: có thành phần hóa học như bảng 2.1.

Chọn tỷ lệ cháy hao của Si là 15% và Mn là 20%.

Tỷ lệ Si và Mn nguyên liệu đem vào lò để nấu để sau khi nấu còn đúng bằng lượng gang cần có.

Do đó tỷ lệ của hai nguyên tố này trong mẻ liệu phải nhiều hơn một lượng đúng bằng tỷ lệ cháy hao :

- Muốn gang ra lò có tỷ lệ 2,2% Si thì mẻ liệu vào lò phải có :

$$2,4\% + \frac{2,4 \times 15}{100} = 2,76\%$$

- Tỷ lệ Mn phải có là : $0,7\% + \frac{0,7 \times 20}{100} = 0,84\%$

Từ bảng 44 [5] ta có thành phần hóa học các nguyên liệu :

Tên kim loại	C	Si	Mn	P	S
Gang thổi số 1	3,5	3,3	0,5	0,11	0,02
Gang thổi số 2	3,6	3,0	0,5	0,12	0,03
Hồi liệu sản xuất	3,3	2,1	0,7	0,1	0,09
Thép vụn	0,2	0,3	0,8	0,05	0,05
Phoi đóng bánh	3,3	2,1	0,7	0,1	0,09

Bảng 2.2 : Thành phần hóa học các nguyên liệu (%)

Để tiện tính toán ta tính cho mẻ liệu 100kg để quy ra tỷ lệ %.

Chọn tỷ lệ các nguyên liệu như sau :

Vật liệu	Thành phần		Hàm lượng các nguyên tố (%)				
	(Kg)	(%)	C	Si	Mn	P	S
Gang thổi số 1	25	25	0,875	0,825	0,125	0,0275	0,005
Gang thổi số 2	15	15	0,54	0,45	0,075	0,018	0,0045
Gang cũ	30	30	0,99	0,63	0,21	0,03	0,027
Thép vụn	15	15	0,3	0,45	0,12	0,0075	0,0075
Phoi đóng bánh	15	15	0,495	0,315	0,105	0,015	0,0135
Tổng	100	100	3,2	2,67	0,635	0,098	0,0575

Bảng 2.3: Tỷ lệ các nguyên liệu trong mẻ liệu (%)

Đối chiếu lại các thành phần thấy: thành phần S và P đều thấp hơn giới hạn của gang cần đúc, C thường đủ vì trong quá trình nấu nếu thiếu chúng sẽ hòa tan thêm. Do đó ở đây cần kiểm tra lại Si và Mn :

Yêu cầu mẻ liệu phải có :	Si = 2,76%	Mn = 0,84%
Trong mẻ liệu trên có :	Si = 2,67%	Mn = 0,635%
Còn thiếu	Si = 0,09%	Mn = 0,205%

Với mẻ liệu tính theo 100kg thì lượng Si và Mn còn thiếu là :

$$Si = \frac{0,09 \times 100}{100} = 0,09kg ; Mn = \frac{0,205 \times 100}{100} = 0,205kg$$

Lượng thiếu nay phải dùng fero để pha thêm. Tỷ lệ cháy hao của các nguyên tố trong fero : FeSi (fero silic) = 25%, FeMn (fero mangan) = 30%

Sử dụng loại fero 75%Si và 75% Mn, có lượng fero theo tính toán là :

$$FeSi = \frac{0,09 \times 100}{75} = 0,12kg ; FeMn = \frac{0,205 \times 100}{75} = 0,274kg$$

Nhưng do cháy hao nên thực tế phải cho vào lò là :

$$FeSi = 0,12 + \frac{0,12 \times 25}{100} = 0,15kg ;$$

$$FeMn = 0,274 + \frac{0,274 \times 30}{100} = 0,356kg \text{ lấy tròn } 0,36kg$$

Vậy mẻ liệu gồm :

Gang thổi số 1 : 25%

Gang thổi số 2 : 15%

Gang cũ : 30%

Thép vụn : 15%

Phoi đóng bánh : 15%

FeSi 75 : 0,15%

FeMn 75 : 0,36%

- *Sai cơ tính của vật đúc*: Sai thành phần hóa học hoặc sai tốc độ nguội vật đúc sẽ dẫn đến sai cơ tính yêu cầu.

Cơ tính yêu cầu đạt được sau khi đúc là: Có tổ chức mactexit, có cơ tính cao, chống rung động cộng hưởng, tính đúc tốt, tính cắt gọt tốt, chịu được lực nén, không chịu được uốn và xoắn., nên nó thường được sử dụng để chế tạo

chi tiết máy chịu lực vừa, có hình dạng phức tạp, các bộ, khung máy, băng trượt máy tiện, gối đỡ...

5. Nghiên cứu các dạng sai hỏng do sai lệch khuôn

Sai lệch khuôn : Khi lắp ráp nều khuôn và lõi có hiện tượng bị xô lệch thì vật đúc ra cũng bị lệch theo.



Hình 2.9: Khuyết tật vật đúc do sai lệch khuôn

Sai lệch khuôn làm cho vật đúc không đảm bảo hình dáng, kích thước như ban đầu thiết kế. Tùy từng chi tiết sai lệch khuôn gây phế phẩm sửa được và không sửa được.

Sai lệch khuôn có thể do một số nguyên nhân chủ yếu sau:

- *Do chế tạo mẫu*: Chế tạo mẫu sai dẫn đến sai lệch khuôn của hàng loạt chi tiết đúc. Trong trường hợp này có thể khắc phục bằng cách chế tạo vật mẫu với các phương pháp thiết kế và gia công chính xác trên máy tự động.

- *Do định vị mẫu không tốt*: Trong quá trình làm hai nửa khuôn, do định vị mẫu không chính xác gây nên sự sai lệch giữa hai nửa khuôn. Khi lắp ráp sẽ có khoảng sai lệch tại mặt phân khuôn.

- *Do lực đè khuôn chưa đủ lớn*: Sau khi lắp 2 nửa khuôn với nhau cần đè một tải trọng lên khuôn trên hoặc dùng bulông, chốt để kẹp giữ 2 nửa khuôn tránh kim loại lỏng nâng hòm khuôn trên lên gây chảy rò kim loại theo mặt phân khuôn hoặc làm xô dịch khuôn trên gây sai lệch khuôn. Yêu cầu tải

trọng đê hoặc lực kẹp khuôn và khối lượng khuôn phải lớn hơn lực đẩy Acsimet của kim loại lỏng tác dụng lên khuôn trên và lên lõi.

- *Quá trình lắp ráp khuôn thiếu chính xác, kẹp khuôn lỏng:* Trong quá trình làm khuôn, công đoạn làm khuôn trên việc đặt hòm khuôn trên lên hòm khuôn dưới công nhân thực hiện không đúng thao tác gây sai lệch mặt phân khuôn. Ngoài ra, sai lệch khuôn còn do hòm khuôn không được kẹp chặt vì cơ sở sản xuất hàng loạt nên các chốt định vị hòm khuôn bị mòn.

- *Hỗn hợp làm khuôn:*

Hỗn hợp làm khuôn thường dùng là loại cát áo khuôn tươi với các thành phần khối lượng:

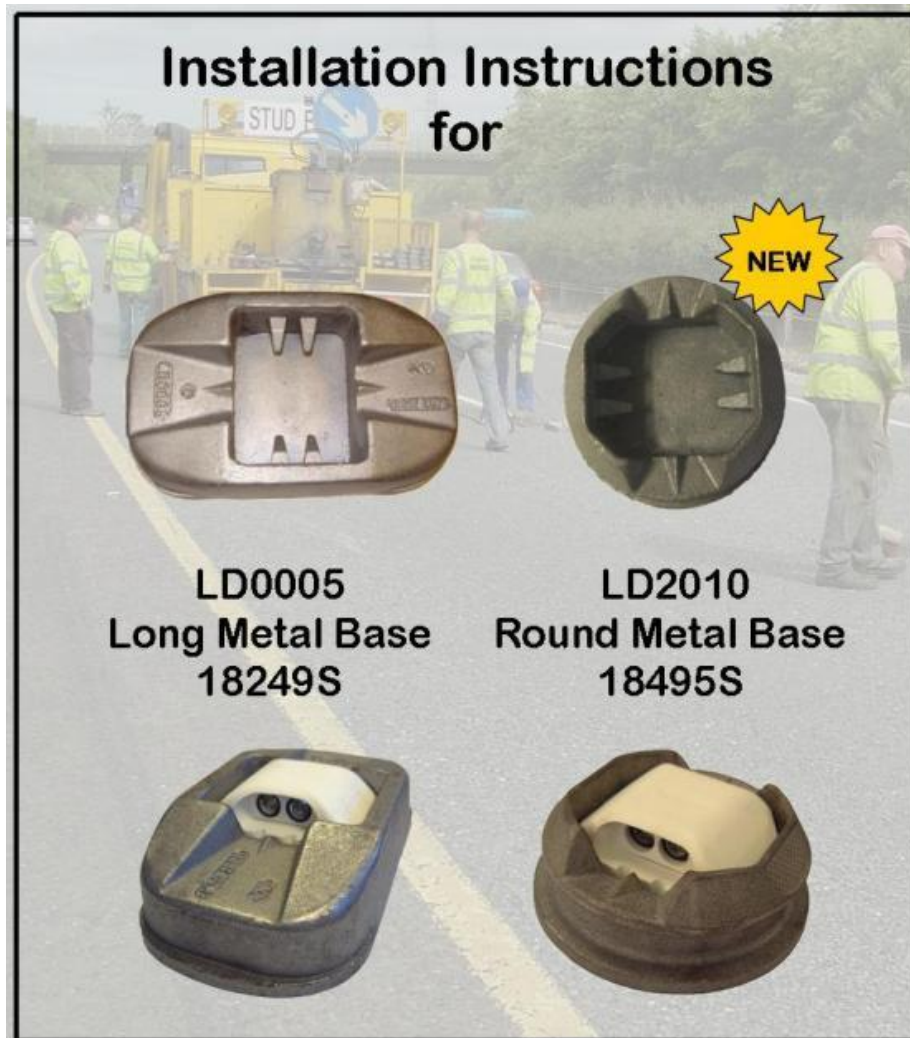
Cát cũ	hỗn hợp cát mới	bột than	đất sét làm chất dính kết
45 ÷ 75%	21 ÷ 51%	3 ÷ 5%	8 ÷ 10%

Bảng 2.4: Thành phần hỗn hợp làm khuôn

Tuy nhiên trong thực tế một số cơ sở sản xuất tư nhân thường trộn hỗn hợp làm khuôn theo kinh nghiệm nên không đảm bảo được tỷ lệ như trên. Do đó không đảm bảo được độ thông khí, cỡ hạt, độ bền nén tươi... gây ra sự sai lệch khuôn do sự giãn nở không đều của hòm khuôn khi rót kim loại lỏng.

Chương 2. NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH ĐÚC CHI TIẾT LIGHTDOME Ở CÁC CƠ SỞ SẢN XUẤT TẠI THÁI NGUYÊN

1. Giới thiệu chi tiết light dome



Hình 2.10: Chi tiết Light dome [17]

1.1. Vị trí làm việc

Chi tiết Light Dome dùng để lắp đèn báo sử dụng trên các đường cao tốc, bến cảng...



Hình 2.11: Vị trí làm việc chi tiết Light dome

1.2. Yêu cầu kỹ thuật

Vật đúc được sử dụng ngay không qua gia công cơ khí, vì vậy đòi hỏi vật đúc phải có độ chính xác cao, đặc biệt là phần hốc lắp đèn báo. Sai lệch thành vật đúc cho phép không quá 1mm, vật đúc đạt độ cứng cao để bảo vệ an toàn cho đèn báo bên trong.

1.3. Thành phần vật liệu

Vật liệu dùng để đúc chi tiết Light Dome là gang xám, có thành phần hoá học như sau:

Mác gang	Thành phần hóa học					Cơ tính	
	%C	%Si	%Mn	P:S Không quá		Độ cứng HB	Độ võng khi uốn với 1300mm Không dưới
GX 15-32	3,5-3,7	2,0-2,4	0,5-0,8	0,3	0,15	163-229	2,5

Bảng 2.5: Thành phần vật liệu chi tiết Light dome

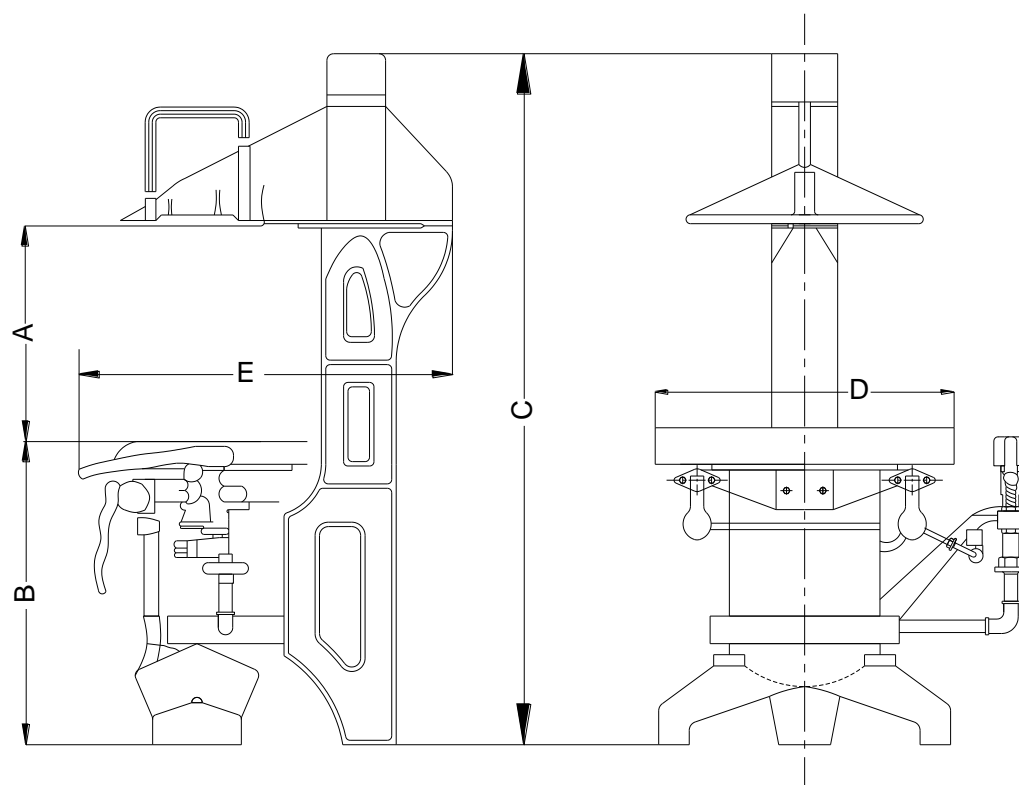
2. Quy trình làm khuôn

2.1. Thiết bị làm khuôn

Thiết bị Đúc gắn chặt với công nghệ Đúc. Nó là phương tiện đảm bảo thực hiện có hiệu quả quá trình công nghệ trong sản xuất đúc, nhằm tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng vật đúc, đảm bảo tính ổn định, giảm tỉ lệ hỏng, tiết kiệm nguyên vật liệu và sức lao động của công nhân, bảo vệ tốt môi trường sản xuất và khu vực xung quanh.

2.1.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc

* Cấu tạo:



Hình 2.12: Cấu tạo máy làm khuôn vừa dẫn vừa ép

* Tính năng của máy:

Tên máy	Ký hiệu máy	Năm sản xuất	Nơi sản xuất	Áp lực khí nén
Máy làm khuôn dẫn ép	F-2A (3895)	2009	Trung Quốc	6 – 8kg/cm ²

Bảng thông số của máy:

Kích thước bàn máy (mm)	485x580	
Dung lượng rung (kg)	300	
Lực nén (kg)	4300	
Hành trình ép (mm)	140	
Lực nén không khí (kg)	5.6	
Lượng không khí tiêu hao trên hộp	0.25	
Lực nén 2.5kg/cm ²	1700	
Lực nén 5kg/cm ²	850	
Máy rung (mm)	20	
Đường kính ống nối (mm)	¾	
Kích thước (mm)	A	440
	B	670
	C	1450
	D	730
	E	1060

Bảng 2.6: Thông số máy làm khuôn F-2A (3895)

Máy dẫn ép làm khuôn là loại máy dùng phổ biến nhất trong các xưởng đúc từ trước tới nay.

Kết cấu chủ yếu của máy gồm các cơ cấu sau đây:

- Cơ cấu dẫn dùng để đảm chặt hỗn hợp khuôn
- Cơ cấu ép lớp hỗn hợp khuôn phía đối diện với tấm mẫu
- Cơ cấu rút mẫu

** Nguyên lý làm việc:*

Khi khí nén đi vào lỗ nạp 3, xilanh dẫn 2 từ vị trí I được nâng lên đến vị trí II. Lúc này khí nén được nối thông từ đề A đi qua lỗ dẫn trong thân máy

vào vùng B dưới pittông 1 làm cho cơ cấu dẫn làm việc.

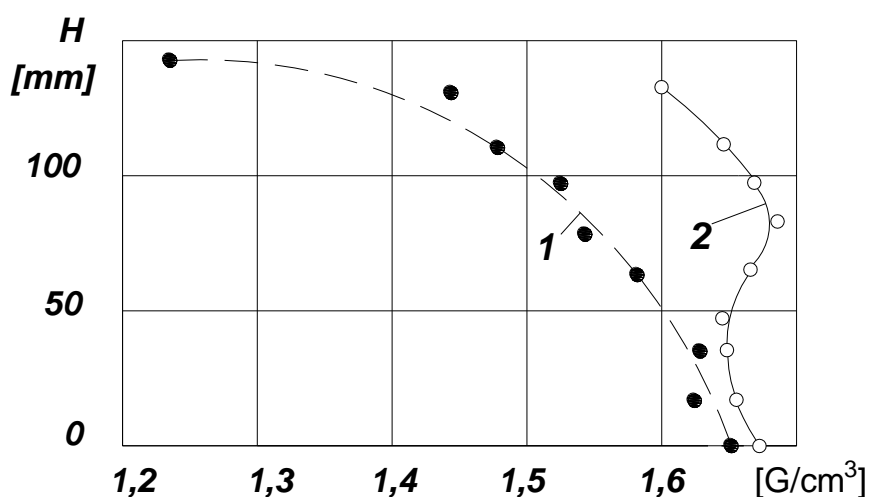
Sau khi dẫn xong, quay chày ép về vị trí trên hòm khuôn, đóng cửa vào rãnh 4, mở rãnh 3, khí ép sẽ nâng pittông cùng toàn bộ bàn máy đi lên để thực hiện quá trình ép.

Máy dẫn ép làm khuôn có ưu điểm là đảm bảo độ đầm chặt khuôn đáp ứng yêu cầu công nghệ đối với các loại hòm khuôn thông thường. Tuy nhiên, nhược điểm chủ yếu của nó là gây tiếng ồn hại sức khỏe công nhân và ảnh hưởng xấu đến nền móng.

2.1.2. Kết luận

Trong quá trình làm khuôn, khi đầm chặt hòm khuôn chứa hỗn hợp được đặt trên tấm mẫu. Tấm mẫu được kẹp chặt vào bàn dẫn của máy làm khuôn. Khi bàn được nâng lên độ cao khoảng $30 \div 100\text{mm}$, bàn và hòm khuôn rơi tự do, va vào thành xi lanh. Do lực quán tính của hỗn hợp mà hỗn hợp khuôn được đầm chặt.

Độ đầm chặt của hỗn hợp khuôn phụ thuộc chiều cao của hòm khuôn. Ta thấy độ đầm chặt sát mẫu rất lớn, còn ở phía đối diện hầu như không được đầm chặt (Đường 1 – H2.8)

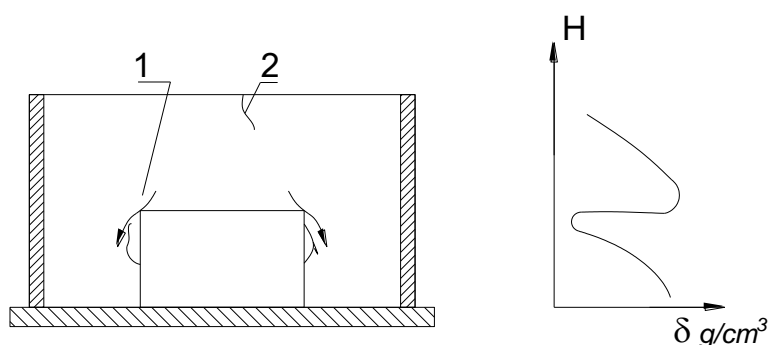


Hình 2.13: Sự phân bố đầm chặt theo chiều cao khuôn $H = f(\delta_{tb})$ [2 – 161]

Khi bàn va vào thành xi lanh, do sự đàn hồi mà bàn dẫn nảy lên, gây nên năng lượng phản xạ. Năng lượng này cũng tham gia vào quá trình đầm chặt khuôn. Hỗn hợp khuôn trong quá trình ăn thể hiện hai tính chất: biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi. Lúc ban đầu biến dạng dẻo là chủ yếu, còn biến dạng đàn hồi không đáng kể. Hỗn hợp khuôn được đầm chặt là do tác dụng của biến dạng dẻo. Năng lượng sinh ra do va chạm khi dẫn chỉ có một phần tham gia vào tác dụng đầm chặt, phần còn lại tiêu phí cho biến dạng đàn hồi.

Khi đầm chặt bằng phương pháp dẫn, nhận thấy có hiện tượng bề mặt khuôn bị xóp (độ đầm chặt của hỗn hợp khuôn rất thấp có độ cứng nhỏ hơn 20 đơn vị đo độ cứng mặt khuôn) ở vị trí xung quanh các góc không tròn của các mẫu cao. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể giải thích là do dòng hỗn hợp khuôn trong hòm khuôn khi đầm chặt bị lệch đi so với phương đầm chặt (thẳng đứng). Hiện tượng xóp cục bộ tại các cạnh không được vê tròn của mẫu cũng có thể do áp suất sườn khi dẫn không kịp được hình thành, do tác dụng va chạm khi dẫn quá nhanh, không ép được hỗn hợp khuôn vào bề mặt mẫu, làm cho độ đầm chặt tại đây không đạt yêu cầu gây nên phế phẩm.

Quá trình dẫn còn có nhược điểm là nếu số lần dẫn quá nhiều thì khuôn dễ bị nứt (do bị uốn).



Hình 2.14 : Nứt và xóp khi dẫn

Quá trình dẫn của máy còn gây nên lực quán tính của hòm khuôn gây nên lực ma sát tại các chốt định vị làm chốt bị mòn.

Để khắc phục các nhược điểm do quá trình dẫn gây nên thực hiện giai đoạn tiếp theo là quá trình ép.

Hầu hết các cơ sở sản xuất tư nhân tại Thái Nguyên đều sử dụng phương pháp làm khuôn bằng máy. Làm khuôn bằng máy là cơ khí hóa toàn bộ quá trình làm khuôn hoặc một số nguyên công cơ bản như đầm chặt, rút mẫu... Máy làm khuôn vừa dẫn vừa ép được sử dụng nhiều trong quá trình làm khuôn. Với ưu điểm việc làm khuôn bằng máy vừa dẫn vừa ép khắc phục được các khuyết điểm của phương pháp làm khuôn bằng tay nghĩa là nhận được vật đúc có chất lượng tốt, năng suất cao gấp vài chục lần, khắc phục được nhược điểm khi làm khuôn bằng máy dẫn là hiện tượng bề mặt khuôn bị xô (độ đầm chặt của hỗn hợp khuôn rất thấp)...

Tuy nhiên, các máy làm khuôn tại các xưởng sản xuất hiện nay đã được sử dụng lâu năm, làm việc với cường độ cao vì vậy lực ép lên bàn máy không đảm bảo gây hiện tượng hỗn hợp làm khuôn không được đầm chặt dẫn đến sự không ổn định của chất lượng vật đúc. Doanh nghiệp tư nhân cơ khí gang Hùng Vỹ sử dụng máy làm khuôn ký hiệu: Máy ép 1 sản xuất tại Trung Quốc đã được sử dụng và chuyển nhượng lại từ cơ sở tư nhân khác. Hỗn hợp làm khuôn không được đầm chặt gây nên tính lún của vật liệu làm khuôn càng thấp. Tính lún là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp khi chịu tác dụng co ngót của vật đúc. Hỗn hợp có tính lún càng thấp thì vật đúc càng bị ảnh hưởng của ứng suất dư gây cong vênh, nứt nẻ.

2.2. Quy trình làm khuôn

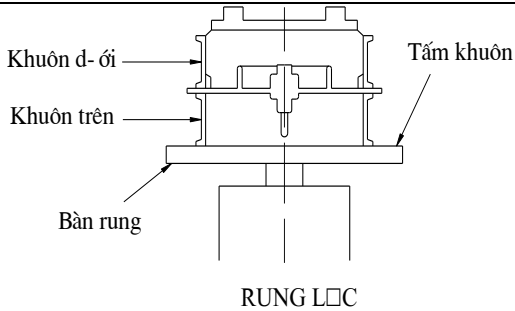
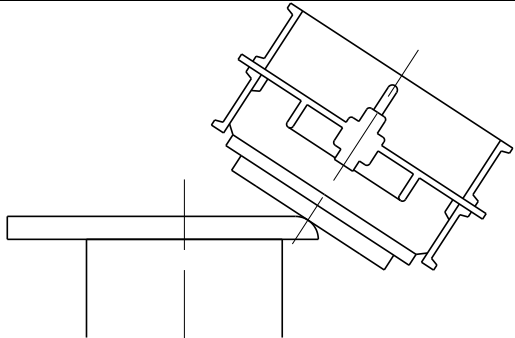
2.2.1. Khái quát quy trình làm khuôn

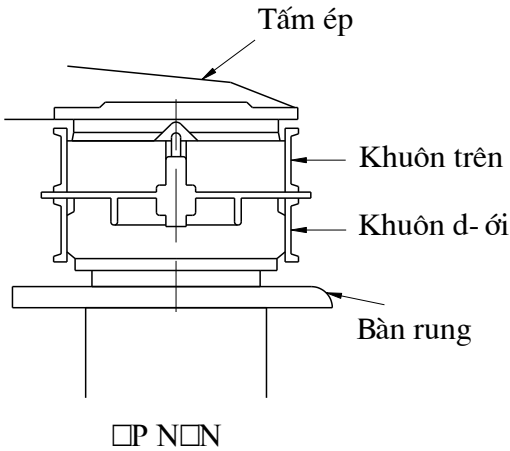
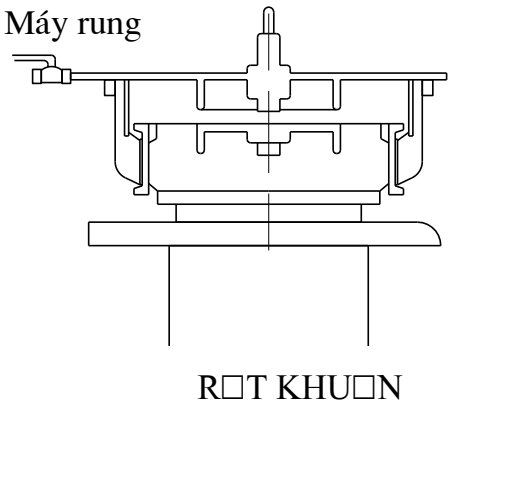
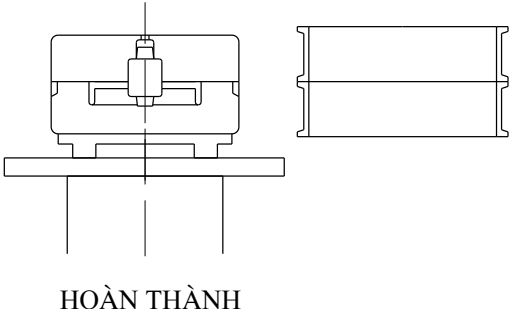
Đúc trong khuôn cát chiếm tỷ lệ khá cao (trên 80%) trong sản xuất đúc. Khuôn đúc là nhân tố quan trọng quyết định chất lượng vật đúc. Thường 50 ÷ 60% phế phẩm vật đúc là do khuôn đúc gây ra. Quy trình làm khuôn cũng là một trong các nguyên nhân gây sai lệch vật đúc.

Tập trung nghiên cứu thực tế quy trình làm khuôn tại Doanh nghiệp tư nhân cơ khí gang Hùng Vỹ. Tại đây quy trình làm khuôn được thực hiện trên máy vừa dẫn vừa ép với 2 nửa hòm khuôn. Quy trình sử dụng phương pháp đầm chặt hỗn hợp làm khuôn bằng cách ép từ dưới lên.

Nguyên công chủ yếu là đầm chặt hỗn hợp vào hòm khuôn và rút mẫu ra khỏi khuôn. Nguyên công này có ảnh hưởng lớn đến chất lượng vật đúc, những tật đúc như rỗ cát, rỗ hơi, nứt, sai hình dạng, độ sạch bề mặt vật đúc thường do nguyên công trên quyết định.

Quy trình làm khuôn:

Nguyên công	Hình vẽ	Thuyết minh
1		Mẫu và hòm khuôn được lắp trên bàn máy. Vật liệu làm khuôn được đổ đầy hòm khuôn dưới. Thực hiện quá trình dẫn (rung lắc).
2		<ul style="list-style-type: none"> - Lật ngược hòm khuôn - Lắp hệ thống rót, hơi...

3	 <p>Tấm ép</p> <p>Khuôn trên</p> <p>Khuôn d-ới</p> <p>Bàn rung</p> <p>P N N</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vật liệu làm khuôn được đổ đầy hòm khuôn trên. Đặt tấm ép lên trên và thực hiện quá trình ép. - Xiên lỗ thoát hơi
4	 <p>Máy rung</p> <p>R T KHU N</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lật hòm khuôn trên, lấy mẫu và các bộ phận mẫu của hệ thống rót ra khỏi khuôn. - Sử dụng máy rung tấm mẫu để rút mẫu ra khỏi khuôn. - Lắp hòm khuôn trên vào vị trí. Định vị hòm khuôn. - Rút khuôn
5	 <p>HOÀN THÀNH</p>	<p>Chuyển hòm khuôn tới vị trí chờ rót</p>

Nguyên công phụ và vận chuyển bao gồm; đặt hòm khuôn lên máy, thổi sạch và bôi dầu chống dính lên tấm mẫu và mẫu, đổ cát làm khuôn vào hòm, nâng nửa khuôn đã làm xong, chuyển đến vị trí ráp chờ rót.

2.2.2. Kết luận

Làm khuôn bằng máy vừa dần vừa ép cho năng suất cao, hạn chế được hiện tượng nứt và xốp khuôn khi làm khuôn bằng máy dần.

Các mặt tồn tại trong phương pháp này là độ ồn cao, ảnh hưởng tới nền móng. Trong trường hợp máy đã sử dụng trong thời gian dài, hệ thống định vị hòm khuôn bị mòn: Quá trình lật khuôn tại nguyên công 2 và quá trình di chuyển hòm khuôn đã hoàn thành đến vị trí chờ rót sẽ gây sai lệch khuôn lớn.

Lắp ráp khuôn và lõi là một công việc hết sức quan trọng. Người thiếu kinh nghiệm hoặc thiếu thận trọng khi thao tác có thể làm vỡ khuôn và lõi, làm rơi bụi cát vào hốc khuôn, làm lệch vị trí của lõi trong khuôn... gây nên khuyết tật không thể sửa chữa được.

2.3. Khảo sát vật liệu làm khuôn

2.3.1. Thành phần vật liệu.

Vật liệu làm khuôn là tên gọi chung cho các loại nguyên liệu dùng để chế biến nên hỗn hợp làm khuôn. Thực tế sản xuất cho thấy vật liệu làm khuôn ảnh hưởng lớn đến toàn bộ quá trình sản xuất đúc (quy trình công nghệ, trang thiết bị sản xuất, chế độ làm việc...). Đặc biệt vật liệu làm khuôn là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm đúc. Tỷ lệ phế phẩm trong các xưởng đúc ở nước ta còn cao lý do chủ yếu là do chưa đầu tư thích đáng cho khâu vật liệu làm khuôn.

Theo bảng 28 [5] có thành phần của hỗn hợp làm khuôn đúc gang như sau:

Loại khuôn	Tỷ lệ phối liệu tính theo % thể tích						Tính chất cơ lý	
	Cát mới	Cát cũ	Đất sét	Mùn cưa	Mật mía	Bột than	Độ bền nén tươi, kg/cm ²	Độ thông khí
Khuôn tươi	25	60	5,0	5,0	1,2	5,0	0,5-0,55	80 - 100

Bảng 2.7: Thành phần của hỗn hợp làm khuôn đúc gang

Hỗn hợp làm khuôn phải chịu tác dụng nhiệt độ cao của kim loại lỏng, chịu tác dụng cơ học của dòng kim loại lỏng, tác dụng lực khi vận chuyển. Muốn vật đúc không bị rỗ, hỗn hợp làm khuôn phải xốp để khí thoát ra ngoài được dễ dàng. Khi vật đúc đông đặc sẽ co lại nên vật liệu làm khuôn phải có tính co bóp để vật đúc không bị nứt ...

Các tính chất cơ lý và tính chất công nghệ tối ưu ảnh hưởng tới chất lượng và tính kinh tế quá trình đúc:

- *Tính dẻo*: Là khả năng của hỗn hợp làm khuôn bị biến dạng dẻo dưới tác dụng của ngoại lực hoặc trọng lượng của bản thân. Tính dẻo ảnh hưởng đến khả năng hình thành hốc khuôn. Tính dẻo của hỗn hợp làm khuôn phụ thuộc vào thành phần và tính chất của vật liệu ban đầu, nhất là chất dính. Tính dẻo tăng khi nước trong hỗn hợp tăng, đất sét và chất dính tăng, hạt cát nhỏ.

- *Tính đầm chặt*: Là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp dưới tác dụng của ngoại lực hoặc trọng lượng bản thân. Hỗn hợp làm khuôn có tính đầm chặt càng cao thì công đầm chặt càng giảm.

- *Tính dính mẫu*: Muốn đảm bảo bề mặt hộc khuôn nhẵn, hỗn hợp cần phải có tính dính mẫu thấp. Tính dính mẫu của hỗn hợp càng cao khi lượng chứa các chất hòa nước trong nó càng nhiều.

- *Tính bền*: Trong quá trình đúc khuôn và lõi phải qua nhiều nguyên công nhỏ như rút mẫu, lắp ráp, chịu tác động của dòng chảy kim loại. Vì vậy cần phải có độ bền thỏa mãn. Độ bền càng cao khi lượng chứa chất dính trong hỗn hợp càng tăng.

- *Tính chảy*: Là khả năng tự chuyển động của hỗn hợp dưới tác dụng của trọng lực. Tính chảy rất cần thiết khi làm khuôn bằng phương pháp thổi cát để chế tạo vật đúc thành mỏng.

- *Tính chịu nóng*: là khả năng chịu được sự nung nóng đến nhiệt độ cao mà không bị biến dạng, chảy dẻo.

- *Tính hút ẩm*: Là khả năng hút ẩm từ không khí của hỗn hợp làm khuôn. Tính hút ẩm càng lớn khi trong hỗn hợp có chứa các chất dính háo nước. Hỗn hợp có tính hút ẩm cao thì khả năng sinh khuyết tật rỗ khí trong vật đúc càng lớn.

- *Tính tạo khí*: Khi rót kim loại lỏng vào khuôn, các chất hữu cơ có trong thành phần hỗn hợp sẽ cháy, nước sẽ bay hơi tạo nên một lượng khí lớn. Tính chất đó được gọi là tính tạo khí. Hỗn hợp có tính tạo khí càng lớn thì xu hướng tạo ra khuyết tật rỗ khí càng cao.

- *Tính thông khí*: Là khả năng cho khí đi qua của hỗn hợp trong một đơn vị thời gian. Độ thông khí càng cao thì khả năng rỗ khí càng giảm.

- *Tính lún*: là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp khi chịu tác dụng cơ ngót của vật đúc. Hỗn hợp có tính lún càng cao thì vật đúc càng ít bị ứng suất dư gây cong vênh, nứt nẻ.

- *Tính dễ phá vỡ*: Là khả năng dễ tách khỏi vật đúc của hỗn hợp làm khuôn khi dỡ khuôn. Độ bền còn lại của hỗn hợp sau khi đúc càng thấp thì tính dễ phá vỡ càng cao.

Vì các tính chất của hỗn hợp làm khuôn không đồng thời thỏa mãn được hoàn toàn. Do vậy với mỗi loại hỗn hợp làm khuôn, lời để đảm bảo các tính chất theo yêu cầu đề ra nhằm đảm bảo vật đúc có chất lượng cần phải biết dung hòa giữa các yêu cầu đó và cần chọn nhiều giải pháp để đồng thời nâng cao các tính chất của hỗn hợp.

- *Thực tế tại xưởng sản xuất*:

Trong thực tế có những cơ sở không đủ điều kiện về kỹ thuật và tài chính để tiến hành kiểm tra đánh giá tính chất của hỗn hợp nên chỉ dựa vào kinh nghiệm và tay nghề của thợ để sản xuất. Do vậy lượng phế phẩm cho mỗi lô hàng cao.

Ngoài ra, các cơ sở sản xuất thường không thay cát mới theo thành phần khối lượng: Cát cũ $45 \div 75\%$, hỗn hợp cát mới $21 \div 51\%$; bột than $3 \div 5\%$;

đất sét làm chất dính kết $8 \div 10\%$. Theo khảo sát tại một số xưởng sản xuất, công nhân chỉ thêm hỗn hợp cát mới khi thấy lượng hỗn hợp làm khuôn ít đi, chỉ bỏ hỗn hợp làm khuôn khi có lẫn xỉ gang, độ dính theo kinh nghiệm không đảm bảo. Ngoài ra tỷ lệ trộn hỗn hợp cũng chỉ được thực hiện theo kinh nghiệm lâu năm. Khi làm khuôn sẽ tăng đất sét nếu thấy độ ẩm thấp, hoặc thêm cát nếu thấy độ ẩm cao. Cỡ hạt của cát cũng được dựa vào kinh nghiệm lựa chọn, không lựa chọn qua phương pháp rây để phân loại.

Lấy mẫu hỗn hợp làm khuôn tại cơ sở cơ khí gang Hùng Vũ để đo độ ẩm.

- *Quy trình kiểm tra hỗn hợp làm khuôn:*

I. Lấy mẫu: Lấy khoảng 200g hỗn hợp

- Vị trí lấy mẫu: Cách bề mặt thoáng của thùng cát >100mm

- Thời gian kiểm tra: sau khi lấy mẫu 30 phút.

II. Kiểm tra độ ẩm hỗn hợp

Bước 1 – Lau sạch, sấy khô đĩa thí nghiệm (03 đĩa)

Bước 2 – Cân và đánh dấu số thứ tự các đĩa thí nghiệm

Bước 3 – Cân 05g hỗn hợp thêm vào các đĩa:

$$G_1 = G_d + G_{hh}$$

G_d : trọng lượng đĩa

G_{hh} : trọng lượng hỗn hợp (=5g)

Bước 4 – Sấy hỗn hợp bằng đèn chụp trong 10 phút

Bước 5 - Tắt đèn chụp và cân hỗn hợp + đĩa ($G_2 = G_d + G_{hh}$ sau sấy)

Bước 6 – Tính toán độ ẩm:

$$W = \frac{G_1 + G_2}{G_{hh}} \times 100\% = \frac{G_1 + G_2}{5} \times 100\%$$

Độ ẩm trung bình bằng trung bình cộng của độ ẩm 3 đĩa

III. Kiểm tra độ bền hỗn hợp

Bước 1 – Kiểm tra, làm sạch ống lấy mẫu, búa thí nghiệm và máy thử

Bước 2 – Bỏ hỗn hợp vào ống lấy mẫu

Bước 3 – Đầm 03 lần bằng máy búa. Nếu đầm xong, chiều cao mẫu = 50mm thì đạt.

Bước 4 – Đánh long và lấy mẫu thí nghiệm

Bước 5 – Đưa mẫu lên máy thử, chỉnh vít kẹp mẫu vừa chặt tay

Bước 6 – Bật máy, nâng tải đến khi mẫu bị phá hủy

Bước 7 – Đọc chỉ số cao nhất hiển thị trên đồng hồ

Bước 8 – Lầm 03 lần, lấy trị số bền trung bình cộng của 03 mẫu đó.

- *Kết quả kiểm tra hỗn hợp:*

Sau khi kiểm tra hỗn hợp làm khuôn cơ sở cơ khí gang Hùng Vỹ có kết quả như sau:

Độ bền nén tươi: 0.90 kG/cm²

Độ ẩm: 6.1 (%W)

2.3.2. Kết luận

Với kết quả kiểm tra trên khi so sánh với bảng 28 [5] thấy rằng độ bền nén tươi và độ ẩm đều vượt quá định mức của hỗn hợp làm khuôn.

Độ bền và độ ẩm cao làm tăng tính dẻo và tính bền cho khuôn giúp cho tạo hình rõ nét chi tiết đúc, dễ làm khuôn, khuôn không bị hư hỏng khi vận chuyển, lắp ráp, chịu được áp lực tĩnh và áp lực động của dòng kim loại khi rót vào khuôn.

Tuy nhiên khi độ ẩm của hỗn hợp làm khuôn cao sẽ ảnh hưởng đến độ thông khí của hỗn hợp gây hiện tượng rỗ khí cho vật đúc, làm giảm tính lún của hỗn hợp gây hiện tượng cong vênh, nứt của vật đúc.

Từ những phân tích trên, hỗn hợp làm khuôn của cơ sở sản xuất gang Hùng Vỹ cần phải thay đổi tỷ lệ hỗn hợp làm khuôn:

- Để giảm độ ẩm, tăng độ thông khí mà vẫn đảm bảo độ bền của hỗn hợp làm khuôn cần giảm chất kết dính, tăng lượng chất phụ...

Hỗn hợp làm khuôn sau khi dùng nhiều lần thì chất lượng sẽ kém đi. Thành phần nước ít đi, hạt cát bị vỡ vụn nên giảm tính thông khí. Mặt khác, ở nhiệt độ $700^{\circ}\text{C} \div 800^{\circ}\text{C}$ đất sét mất hết nước hóa cứng nên hết khả năng dính kết, cần điều chế lại. Làm nguội hỗn hợp đến $30 \div 35^{\circ}\text{C}$, phân ly các tạp chất (kim loại, xỉ, sỏi đá), rây lại để trừ các hạt đất to và sét bột, bột cát thạch anh... Sau đó pha thêm lượng cát nhất định, đất sét, chất dính, chất phụ mới để đảm bảo tính chất của hỗn hợp.

Muốn chế biến được hỗn hợp làm khuôn và lõi tốt, cần phải biết những yếu tố hóa học, lý nhiệt mà chúng phải chịu đựng, đồng thời phải nắm vững tính chất của các vật liệu dùng chế biến ra hỗn hợp làm khuôn và lõi cũng như tính chất của các loại hợp kim đúc.

Theo bảng B29 [8] hỗn hợp khuôn cát một loại khuôn tươi đúc gang với khối lượng vật đúc $< 200\text{kg}$ với các thành phần %:

Loại khuôn	Thành phần khối lượng %				
	Lượng đất sét	Cát cũ	Hỗn hợp cát – đất sét mới	Mùn cưa	Bột than
Khuôn tươi	4,5÷5,5	60÷65	20÷25	5	5

Bảng 2.8 : Hỗn hợp khuôn cát một loại khuôn tươi đúc gang
với khối lượng vật đúc $< 200\text{kg}$

Sau khi khắc phục trộn hỗn hợp làm khuôn theo bảng 2.8 , lấy mẫu đi kiểm tra theo quy trình như trên ta có kết quả như sau:

Độ bền nén tươi: 0.88 kG/cm^2

Độ ẩm: 5.6 (% W)

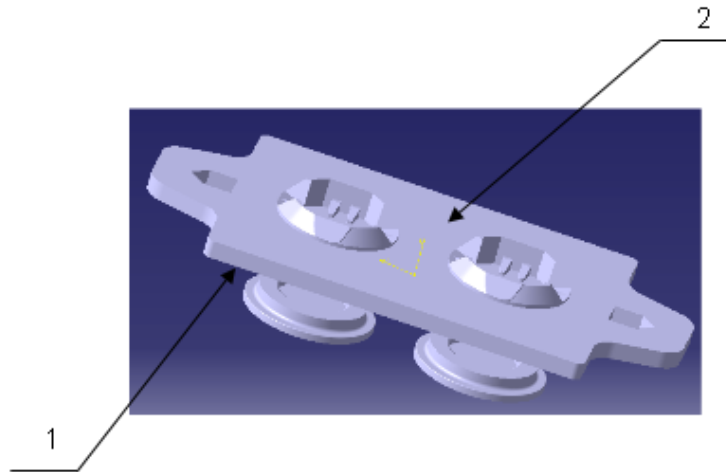
Hỗn hợp làm khuôn theo tỷ lệ này vẫn giữ được độ bền nén của khuôn cao, độ ẩm giảm làm tăng độ thông khí cho khuôn.

2.4. Công nghệ chế tạo mẫu

2.4.1. Nêu quy trình công nghệ

- Quy trình vạch dấu bằng tay

Ở đây mọi công đoạn lấy dấu, đo đều được làm bằng tay. Sau đây là công đoạn vạch dấu:



Hình 2.15: Vị trí chi tiết trên tấm mẫu

+ Tiến hành vạch dấu vị trí chi tiết và gia công mặt 1.

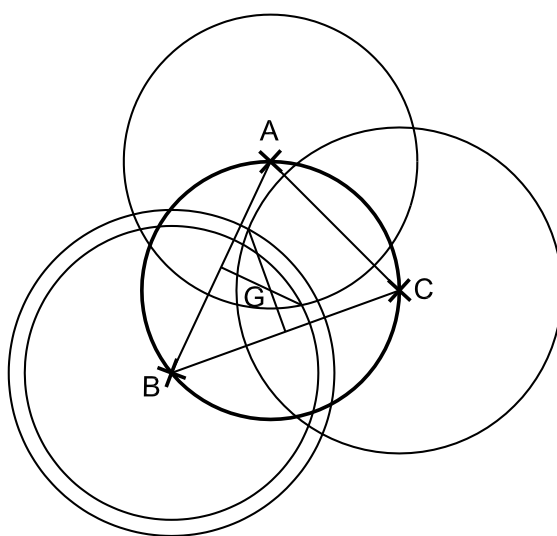
+ Xác định tâm hình tròn trên mặt 1

Lấy 3 điểm trên chu vi phôi tròn

Dựng tam giác ABC

Từ A và B quay những đường tròn có bán kính bằng nhau, từ giao điểm của hai đường tròn đó ta nối với trung điểm của AB sẽ được đường trung trực thứ nhất của tam giác ABC

Từ B và C quay những đường tròn bằng nhau, từ giao điểm của hai đường tròn đó ta nối với trung điểm của BC sẽ được đường trung trực thứ hai của tam giác ABC (hình 2.16).

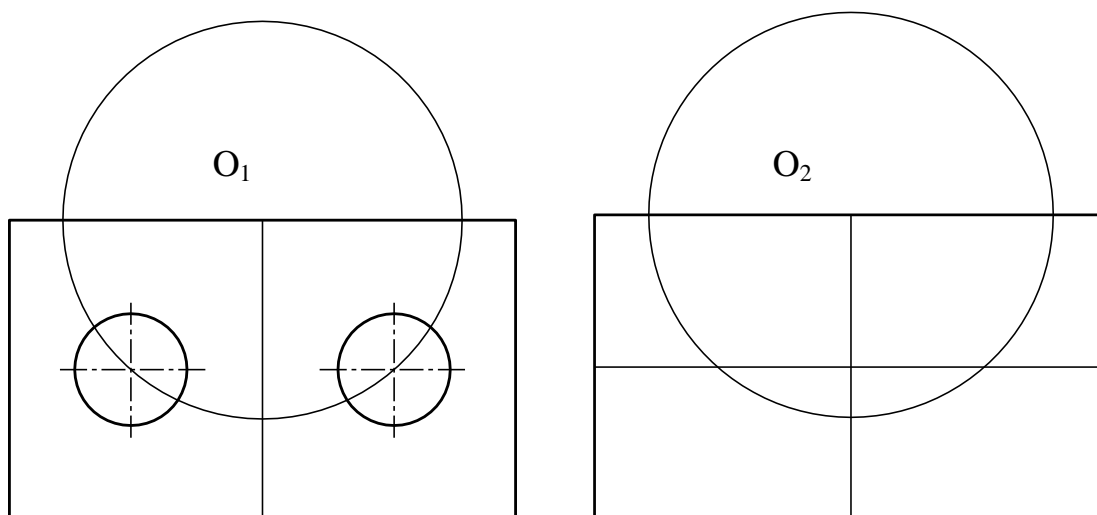


Hình 2.16: Phương pháp xác định tâm đường tròn

Giao điểm của hai đường trung trực vừa tạo nên chính là tâm đường tròn ngoại tiếp tam giác ABC.

+ Xác định tâm hình tròn trên mặt 2

Chia chiều dài tấm mẫu làm hai phần bằng nhau, từ trung điểm cạnh của tấm mẫu tiến hành vẽ đường tròn có tâm O_1 là trung điểm của chiều dài tấm mẫu, có bán kính bằng khoảng cách đến tâm hai đường tròn mà ta vừa xác định được tâm .



Hình 2.17: Phương pháp vạch dấu trên mặt 2

Lật mặt tấm mẫu 180^0 , vẽ hai trục đối xứng theo hai phương của tấm mẫu, tiến hành dựng đường tròn có bán kính bằng bán kính đường tròn O_2 . Giao điểm của đường tròn này với một trục đối xứng là hai tâm đường tròn cần tìm trên mặt 2.

- Sau khi vạch dấu xong tiến hành gia công tiếp mặt 2.

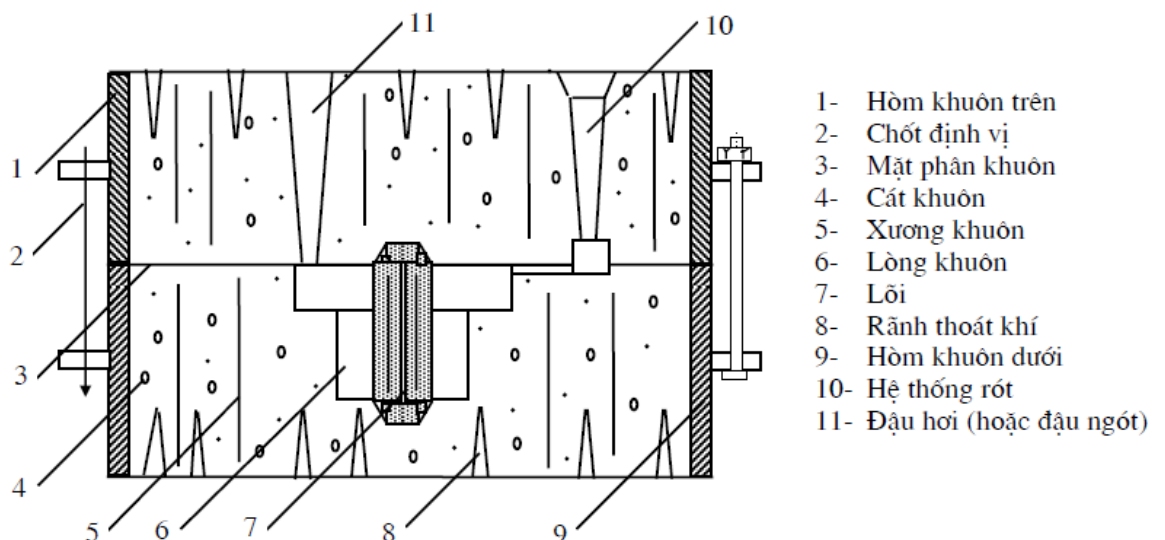
2.4.2. Nhận xét

Với phương pháp vạch dấu bằng tay tỷ lệ sai lệch giữa hai đường tâm cao, phụ thuộc vào tay nghề người công nhân. Sai lệch giữa hai đường tâm sẽ gây sai lệch khuôn vật đúc.

2.5. Hệ thống định vị hòm khuôn

2.5.1. Phương pháp định vị

Hòm khuôn và tấm mẫu được định vị trong quá trình làm khuôn bằng hai chốt trụ tròn. Trên thực tế tại cơ sở sản xuất người công nhân trong toàn bộ quá trình làm khuôn chỉ thực hiện thao tác định vị hai nửa hòm khuôn với nhau và với mẫu, không thực hiện thao tác kẹp chặt bằng bulong hay vòng kẹp.



Hình 2.18: Định vị hòm khuôn đúc

2.5.2. Nhận xét

Trong khi thực hiện thao tác lật hòm khuôn do dùng chốt định vị hình trụ tròn không khur được hết khe hở lắp ráp sẽ gây hiện tượng sai lệch. Ngoài ra khi trong quá trình sản xuất, chốt định vị sẽ bị mòn gây nên khe hở lớn giữa bạc lót và chốt định vị. Đây cũng là một nguyên nhân gây nên hiện tượng sai lệch khuôn.

2.6. Tính toán lực đè khuôn

2.6.1. Vai trò của lực đè khuôn khi đúc

Khi rót kim loại lỏng vào khuôn thì thành khuôn phải chịu áp lực của chất lỏng, ở đáy khuôn chịu áp ực lớn nhất, càng lên cao áp lực càng giảm. Nếu trị số áp lực của kim loại lớn hơn trọng lượng của nửa khuôn trên thì khuôn trên sẽ bị đẩy lên, làm sai kích thước của vật đúc và kim loại chảy ra ngoài theo khe hở. Trong khuôn có lắp lõi, do lõi chìm trong kim loại lỏng nên chịu lực đẩy Acsimet làm cho lõi nổi lên và đẩy hòm khuôn trên lên.

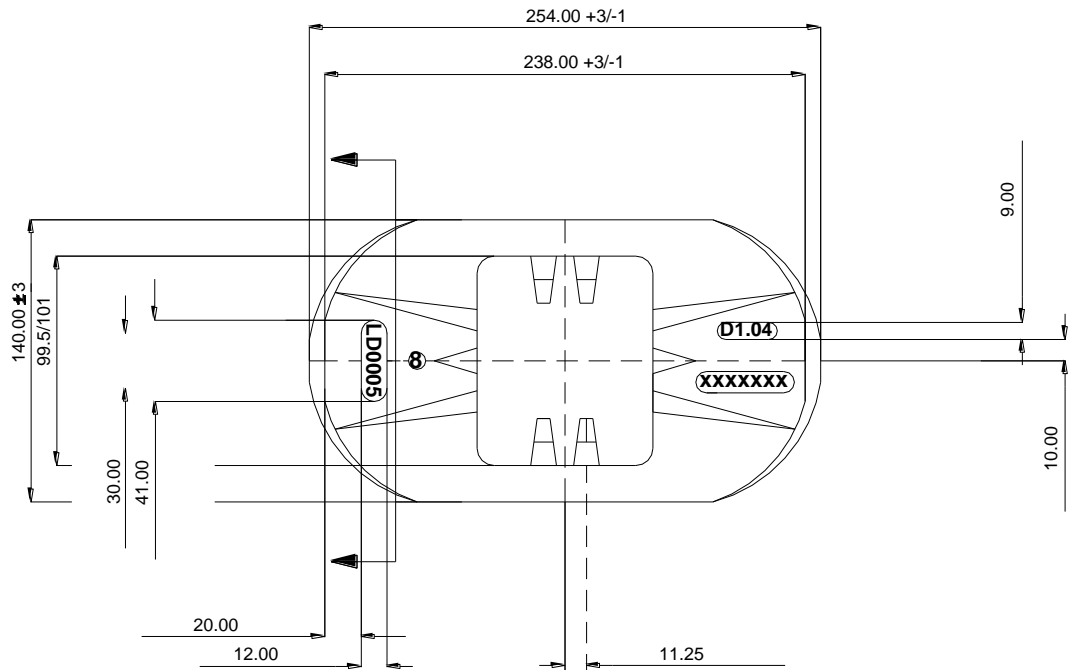
Muốn chống nổi hòm khuôn phải dung bulông hoặc hệ thống chốt, nêm để bắt chặt nửa khuôn trên và nửa khuôn dưới với nhau hoặc dung lực đè lên nửa khuôn trên.

Tải trọng đè hoặc lực kẹp khuôn và khối lượng khuôn trên phải lớn hơn lực đẩy Acsimet của kim loại lỏng tác dụng lên khuôn trên và lên lõi.

Bằng tính toán người thợ có thể xác định được lực của cột kim loại lỏng tác dụng lên hòm khuôn trên. Khi biết được lực đẩy khuôn trên sẽ tính được đường kính bulông, số bulông kẹp chặt hòm hoặc trọng lượng vật đè.

2.6.2. Tính lực đè khuôn

Lực tác dụng của kim loại lỏng lên khuôn trên bằng trọng lượng của cột kim loại lỏng tính từ nửa phần trên của vật đúc lên mặt thoáng của kim loại lỏng trong ống rót.



Hình 2.19 : Chi tiết gia công Light dome LD0005

Tính toán lực đè khuôn của chi tiết lightdome: vật liệu GX 15-32

Tỷ trọng của gang lỏng $\gamma=7,0\text{g/cm}^3$

P: Tổng áp lực của kim loại lỏng tác dụng lên khuôn trên, với: $P=P_1+P_2$

Ta có:

- Lực đẩy lên bề mặt khuôn:

$$P_1 = F \times h \times \gamma = 0.074 \times 0.2 \times 7000 = 103.6\text{kg}$$

- Lực đẩy tác dụng lên lõi: $P_2 = V_{loi} \times \gamma = 0.000425 \times 7000 = 2.975\text{kg}$

Vậy ta có tổng lực đẩy tác dụng lên khuôn là:

$$P = P_1 + P_2 = 103.6 + 2.975 = 106.575\text{ kg}$$

Tải trọng đè khuôn là: $G = (P - G_{KT}).n$ Với: n- hệ số an toàn, lấy $n = 1,3$

$$G = (106.575 - 25) \times 1.3 = 106.0475\text{ kg} \approx 106\text{kg}$$

2.6.3. Kết luận

Vậy ta phải sử dụng tấm đè khuôn có trọng lượng 106 kg để tránh hiện tượng đẩy khuôn trên khi rót kim loại lỏng.

2.7. Quá trình lắp ráp và vận chuyển khuôn

Quá trình lắp ráp được thực hiện từ khi rút mẫu ra khỏi hòm khuôn. Được thực hiện như sau:

Lắp ráp hòm khuôn trên và khuôn dưới → sửa khuôn → rút hòm khuôn phụ → vận chuyển đến vị trí chờ rót.

Lắp ráp khuôn đúc là khâu cuối cùng của cả quá trình chế tạo khuôn. Nếu kỹ thuật lắp ráp không đúng sẽ gây ra hiện tượng sai lệch vật đúc, đặc biệt là hiện tượng sai lệch khuôn. Việc lắp ráp khuôn đúc cần thợ bậc cao, có kinh nghiệm và cẩn thận.

Lắp ráp khuôn đúc gồm những công việc sau:

- Kiểm tra khuôn và lõi có đảm bảo chất lượng hay không, nếu hỏng nhẹ phải sửa, hỏng nặng phải hủy bỏ.
- Lắp lõi vào khuôn đúc đúng vị trí đã quy định trên bản vẽ.
- Kiểm tra chiều dày vật đúc.
- Đậy nửa khuôn trên, lắp cốc rót.
- Dịch chuyển đến vị trí chờ rót.

Quá trình lắp ráp khuôn đúc gây nên khuyết tật vật đúc do trong quá trình lắp ráp người thợ không thực hiện đúng quy trình thao tác. Biện pháp kiểm tra độ chính xác của việc lắp ráp chưa hợp lý và chưa có biện pháp chống rò rỉ kim loại qua mặt phân khuôn.

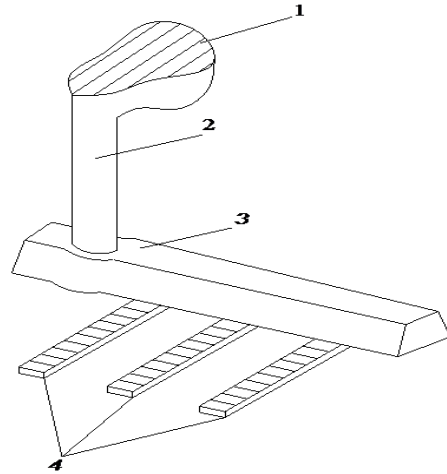
Quá trình dịch chuyển khuôn đúc từ vị trí làm khuôn tới vị trí chờ rót bị xô dịch khuôn gây hiện tượng sai lệch khuôn.

2.8. Hệ thống rót

Hệ thống rót là hệ thống ống, rãnh nối tiếp nhau để dẫn kim loại lỏng vào khuôn đúc.

Cấu tạo, vị trí đặt hệ thống rót trong khuôn đúc và kích thước của nó có ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng vật đúc và lượng tiêu hao kim loại cho hệ

thống rót. Khi hệ thống rót không hợp lý vật đúc dễ bị khuyết tật như: rỗ xỉ, rỗ khí, nứt, khớp, rót không đầy...

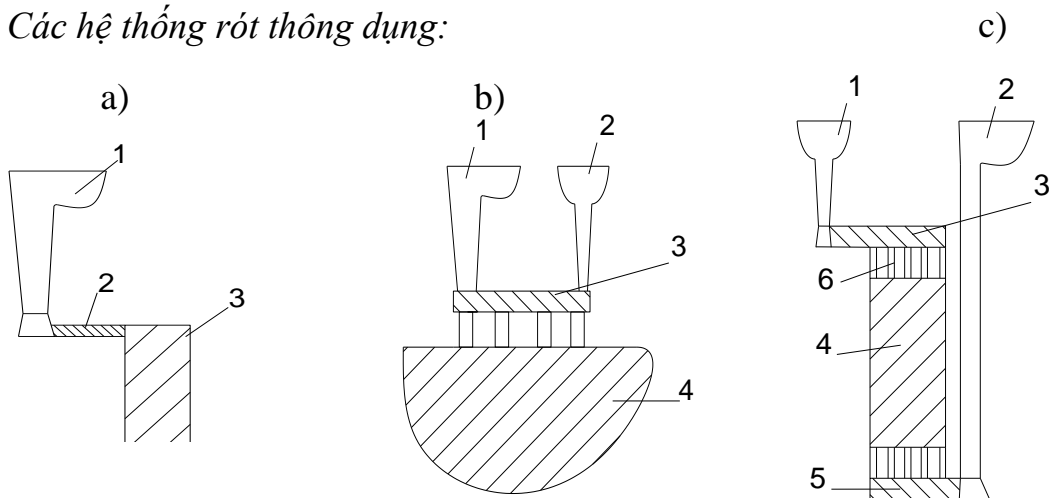


Hình 2.20: Hệ thống rót

- 1- Cốc rót
- 2- Ống rót
- 3- Rãnh lọc xỉ
- 4- Rãnh dẫn

Theo thống kê khi đúc gang, phế phẩm đúc do hệ thống rót có thể tới 30%, lượng kim loại tiêu hao cho hệ thống rót và đậu ngót chiếm khoảng $5 \div 10\%$ [5]

Các hệ thống rót thông dụng:



Hình 2.21: Các kiểu hệ thống rót

a- Hệ thống rót bên hông; b- Hệ thống rót đỉnh; c- Hệ thống rót mưa rơi

- *Hệ thống rót bên hông (hình a):* là hệ thống rót kim loại lỏng vào khuôn từ trên đỉnh xuống.

Ưu điểm: Làm khuôn dễ

Nhược điểm: Tác dụng lọc xỉ không cao, dòng kim loại rơi tự do xuống đáy khuôn nên chỉ dùng cho vật đúc cỡ nhỏ, yêu cầu cơ tính không cao.

- *Hệ thống rót đỉnh (hình b):* Hệ thống rót dẫn kim loại lỏng vào khuôn từ trên đỉnh xuống.

Ưu điểm: Cấu tạo đơn giản, làm cho vật đúc đông đặc theo hướng nhất định nên kim loại lỏng ở đỉnh khuôn có nhiệt độ cao nhất, kim loại đông dần từ đáy lên đỉnh, phần co ngót ở phía trên vật đúc được kim loại lỏng trong hệ thống rót bổ sung.

Nhược điểm: Dòng chảy không êm. Lọc xỉ kém, khoảng rơi tự do của kim loại lỏng lớn, dễ phá hỏng đáy khuôn.

Dùng cho vật đúc nhỏ không gia công nhiều mặt.

- *Hệ thống rót mưa rơi (hình c):* thuộc kiểu hệ thống rót đỉnh. Kim loại chảy vào khuôn đúc thành nhiều dòng nhỏ giống như mưa rơi.

Ưu điểm: Cùng một lúc kim loại lỏng điền đầy hầu như đều khắp tiết diện ngang của vật đúc làm cho tốc độ đông đặc của cung tiết diện ngang khá đồng đều, đồng thời làm cho vật đúc đông đặc theo hướng về phía đầu ngót có tác dụng bổ ngót tốt.

Nhược điểm: Dễ sinh hiện tượng hạt kim loại do những giọt kim loại đầu tiên rơi xuống đáy khuôn nguội sẽ đông ngay là giảm chất lượng bề mặt.

Hệ thống này dùng để đúc chi tiết có kích thước lớn.

- *Hệ thống rót xiphông (hệ thống rót đáy):* Là hệ thống rót dẫn kim loại từ đáy khuôn.

Ưu điểm: Tránh được hiện tượng cuốn khí và tạo điều kiện thuận lợi để khí trong khuôn và khí trong kim loại lỏng thoát ra ngoài do dẫn kim loại vào vị trí thấp nhất của lỗ khuôn nên không có hiện tượng rơi tự do của kim loại lỏng, dòng chảy êm.

Nhược điểm: Tăng tỷ lệ tiêu hao kim loại vì ống rót dài, tác dụng bổ ngót kém.

Để khắc phục được nhược điểm này người ta dùng hệ thống phối hợp giữa rót đỉnh và rót xiphông hoặc hệ thống rót tầng.



Hình 2.22: Quá trình rót kim loại lỏng vào khuôn

Hệ thống rót tại cơ sở sản xuất khi đúc chi tiết Light dome đã sử dụng hệ thống rót bên hông kết hợp hai chi tiết trong cùng một khuôn. Trong trường hợp này kim loại đi vào hốc khuôn với một mức như nhau ở chỗ nổi khuôn hay ở mặt phân khuôn. Việc bố trí hệ thống rót như vậy có nhược điểm là tác dụng lọc xỉ không cao. Để khắc phục được nhược điểm này có thể sử dụng rãnh dẫn hót xỉ đó là tạo vùng lòng chảo hoặc chỗ trống từ phần khuôn trên để gom những xỉ và tạp chất bên ngoài ở trong kim loại. Sử dụng van điều tiết làm việc như một chốt chặn để điều khiển mức độ dòng chảy kim loại. Van điều tiết được đặt ở mỗi đầu rót gần với vật đúc hoặc xa vật đúc để ngăn cản sự bắn tóe kim loại khi vào hốc khuôn và làm sỏi mòn cát.

3. Thống kê số lượng phế phẩm vật đúc

Dựa vào kết quả khảo sát thực tế trong loạt sản xuất với số lượng sản xuất chi tiết tại các xưởng sản xuất tại Thái Nguyên ta có bảng thống kê số lượng phế phẩm vật đúc như sau:

Tên sản phẩm	Tỉ lệ hỏng cho phép	Tháng 3				
		SL SX	Xử lí	Hỏng	Tỉ lệ hỏng	Nguyên nhân hỏng
Thân hộp ED08	15.0%	12		7	58.3%	Rỗ
Thân hộp ED11		13		7	53.8%	Rỗ
Sơ mi D 320	8.0%	16		5	31.3%	04 Rỗ, 01 nứt
Sơ mi D 350		2		1	50.0%	Rỗ
Lightdome L0005	7.0%	1,750		322	18.4%	Lệch, rỗ, sút, rớt thiếu
LightDome L2010		2320		541	23.3%	Lệch, rỗ, sút, rớt thiếu
Thân bơm ER1700	7.0%	2,977		1,097	36.8%	Vỡ cát, lệch, rỗ
Thân bơm RV125/70		4,606		1,282	27.8%	Vỡ cát, lệch, rỗ
Gối đỡ 9102284 PĐ	8.0%	572		147	25.7%	Rỗ, sút, lẹm
Trục cân bằng RV125	7.0%	1,246	24	330	26.5%	Rỗ
Tay quay RV125		553	20	253	45.8%	Sôi, lệch
Tay quay RV95		741	100	319	43.0%	Sôi, rỗ
Kẹp Zamil M16		2,204		511	23.2%	Biến trắng, lệch
Thân bơm SIP110 (130)	4.0%	769		160	20.8%	Ngót, khớp
Piston Sleeve 29618 PD	7.0%	69		30	43.5%	Rỗ, xốp
Piston Sleeve 26242		313	24	104	33.2%	Rỗ, vỡ cát, sôi
Trống phanh 11TK 09 01		18,121		4,263	23.5%	Rỗ, vỡ cát, sôi
Tuốc tô thứ cấp; sơ cấp HS14		759	109	163	21.5%	Rỗ, sôi, vỡ ụ cát
Tuốc tô thứ cấp & sơ cấp HS9		862	46	248	28.8%	Rỗ, sôi, vỡ ụ cát, lệch
Bích 324 CAB - 798 - 3 - 498324		710		423	59.6%	Sút, lẹm, rỗ, vỡ cát

Bảng 2.9: Thống kê số lượng phế phẩm vật đúc

Dựa vào kết quả khảo sát thực tế trong loạt sản xuất với số lượng 1000 chi tiết ta có bảng thống kê số lượng phế phẩm vật đúc như sau:

Dạng khuyết tật	Số lượng	Tỷ lệ khuyết tật %
Vật đúc bị nứt	38	3.8
Lõm co, rỗ co, rỗ xốp...	69	6.9
Rỗ xỉ	47	4.7
Thiếu hụt, sai kích thước, khối lượng...	31	3.1
Lệch	54	5.4

Bảng 2.10: Bảng thống kê số lượng phế phẩm khi đúc chi tiết LD0005

Qua khảo sát thực tế cho thấy khuyết tật do rỗ xỉ, lệch còn chiếm tỷ lệ cao gây thiệt hại về kinh tế, tăng giá thành sản phẩm.

4. Kết luận chương 2

Qua nghiên cứu thực tế tại Doanh nghiệp tư nhân cơ khí gang Hùng Vỹ các nguyên nhân gây phế phẩm vật đúc tập trung vào các yếu tố:

- Hỗn hợp làm khuôn
- Quy trình làm khuôn
- Hệ thống rót
- Công nghệ chế tạo mẫu
- Công nghệ lắp ráp và dịch chuyển hòm khuôn
- Hệ thống định vị hòm khuôn

Tuy nhiên, trong khuôn khổ của đề tài nghiên cứu về các nguyên nhân gây sai lệch khuôn trong quá trình đúc. Theo các phân tích đã nêu trên, tập trung vào nguyên nhân chủ yếu gây sai lệch khuôn là do:

- Công nghệ chế tạo mẫu
- Quy trình làm khuôn

Chương 3. NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ HẠN CHẾ PHÉ PHẨM DO SAI LỆCH KHUÔN

3.1. Đề xuất giải pháp công nghệ khắc phục các nguyên nhân sai lệch do quy trình làm khuôn

Theo phân tích ở phần trước, quy trình làm khuôn có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng vật đúc. Quy trình làm khuôn bao gồm:

- Chuẩn bị vật liệu làm khuôn
- Chuẩn bị mẫu, lõi
- Quá trình làm khuôn trên máy

Để khắc phục hiện tượng sai lệch khuôn cần phải xử lý các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến quy trình làm khuôn. Trong đó ảnh hưởng không nhỏ phải kể đến vai trò định vị hòm khuôn và vật liệu làm khuôn.

3.1.1. Hòm khuôn



a. Hòm khuôn khi đóng



b. Hòm khuôn khi mở

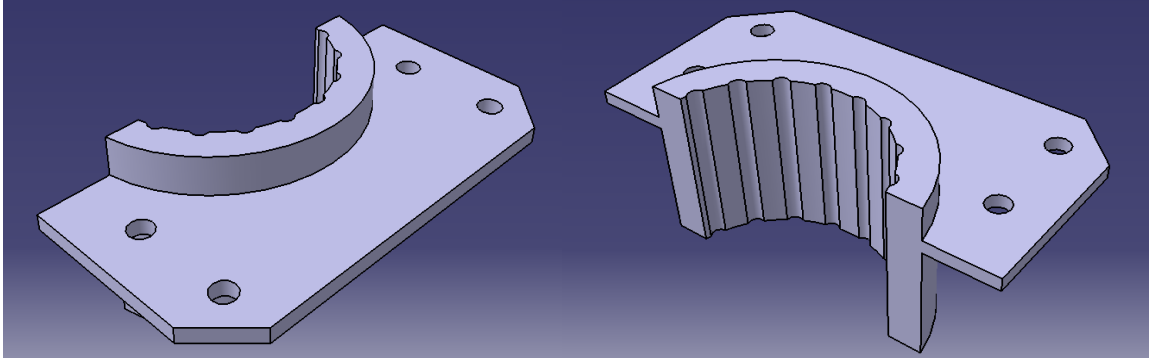
Hình 3.1. Hòm khuôn kiểu mở

Trong quá trình nghiên cứu tài liệu và tìm hiểu từ thực tế sản xuất, lựa chọn phương án làm khuôn trong 2 hòm, thiết kế và chế tạo hòm khuôn theo dạng mở. Đây là một kiểu hòm khuôn có nhiều ưu điểm trong sản xuất loạt lớn. Với một mẫu đúc, ta chỉ cần làm một bộ hòm khuôn, sau khi làm khuôn xong, tháo hòm ra và khuôn được đặt xuống nền xưởng.

3.1.2. Định vị hòm khuôn

Chốt trụ tròn định vị hòm khuôn được tính toán thay thế bằng chốt bán nguyệt. Chế tạo bạc lót bán nguyệt có xẻ rãnh để điều chỉnh được kích thước

bằng các vít lắp trên tay hòm khuôn. Phương pháp này khử được khe hở lắp ráp gây hiện tượng kẹt khuôn lỏng.



Hình 3.2: Bạc lót bán nguyệt có xẻ rãnh

3.1.3. Vật liệu làm khuôn

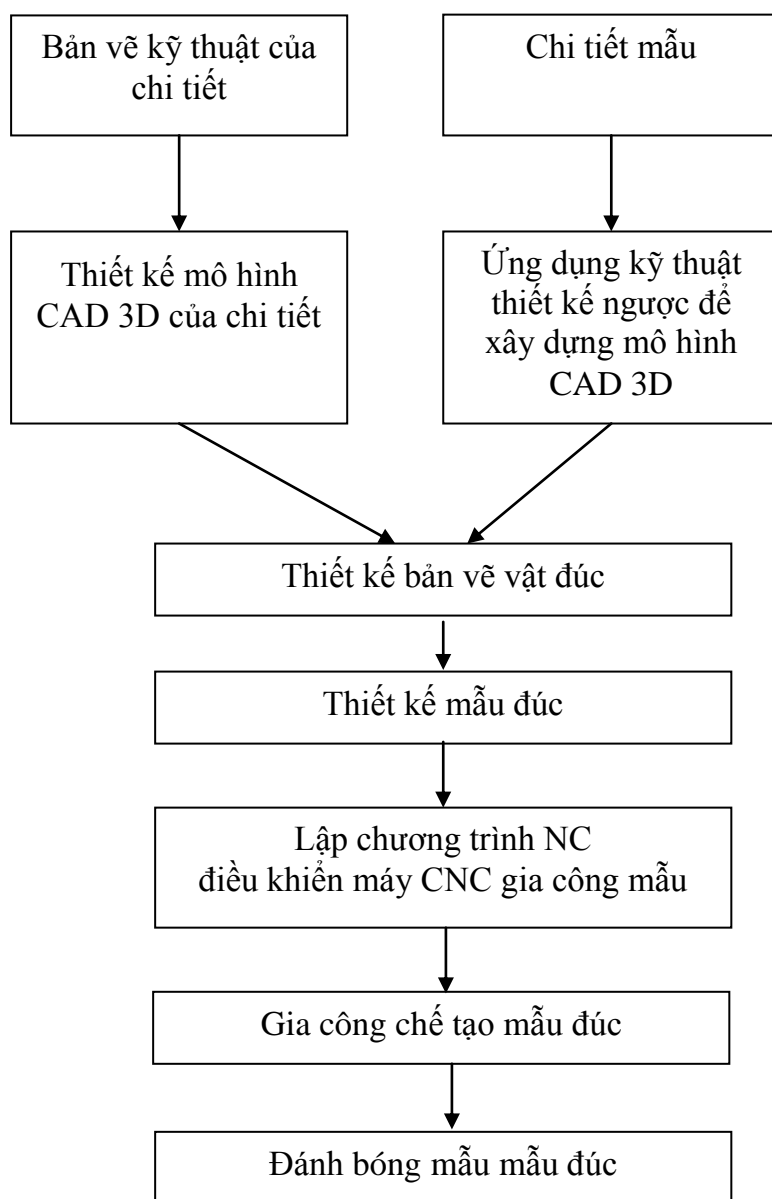
Chuẩn bị vật liệu làm khuôn theo kết quả đo được từ bảng 2.8.

3.2. Đề xuất giải pháp công nghệ xử lý các nguyên nhân do công nghệ chế tạo mẫu

Việc ứng dụng CAD/CAM/CNC trong việc thiết kế và chế tạo mẫu sử dụng trong đúc khuôn cát nhằm nâng cao độ chính xác hình dáng, kích thước, trọng lượng vật đúc và nâng cao năng suất. Ứng dụng trong các doanh nghiệp đúc gang vừa và nhỏ ở Thái nguyên đúc các mặt hàng xuất khẩu có kích thước nhỏ và trung bình. Việc làm khuôn tiêu tốn rất nhiều thời gian, đồng thời nó có ảnh trực tiếp đến độ chính xác vật đúc, do đó việc thiết kế, chế tạo mẫu và hòm khuôn hợp lý sẽ có ảnh hưởng đáng kể đến giá thành sản phẩm.

Ứng dụng công nghệ CAD/CAM để thiết kế, chế tạo mẫu đúc

3.2.1. Quy trình thiết kế và chế tạo mẫu đúc:



Hình 3.3: Quy trình thiết kế và chế tạo mẫu đúc

3.2.2. Các phần mềm CAD/CAM được sử dụng

* Phần mềm Catia:

CATIA là phần mềm hoàn chỉnh nhất của hãng Dassault systemes do IBM chịu trách nhiệm phân phối, phiên bản mới nhất hiện nay là CATIA V5R18, là tiêu chuẩn quốc tế khi giải quyết hàng loạt các bài toán trong nhiều

lĩnh vực khác nhau như: xây dựng, cơ khí, tự động hóa, công nghiệp ô tô, tàu thủy và công nghiệp hàng không. Nó giải quyết công việc một cách triệt để, từ khâu thiết kế mô hình CAD, đến khâu sản xuất . CAM - khả năng phân tích tính toán, tối ưu hóa lời giải dựa trên chức năng CAE của phần mềm CATIA. Có các Module phục vụ cho quá trình thiết kế, tính toán tối ưu và gia công trong lĩnh vực cơ khí.

- Mechanical Design: Modul này cho phép thiết kế chi tiết, thiết kế sản phẩm 2D, 3D, lắp ráp sản phẩm và mô phỏng động học trong cơ khí.

- Shape Design and Styling: Modul này cho phép thiết kế các bề mặt có biên dạng, kiểu dáng phức tạp trong lĩnh vực thiết kế vỏ ô tô, tàu biển, máy bay,...

- Analysis: Module cho phép tính toán, kiểm tra và mô phỏng chi tiết chịu tải trọng trong môi trường liên tục hoặc trong môi trường nhiệt độ. Từ đó cho phép tối ưu kết cấu

- Manufacturing: Modul này cho phép mô phỏng quá trình chế tạo chi tiết thông qua việc lựa chọn dao, chế độ cắt, gá đặt từ đó cho phép người thiết kế lựa chọn quá trình chế tạo hợp lý nâng cao chất lượng gia công và tiết kiệm vật liệu.

- Equipments and systems: Cho phép lựa chọn, thiết kế trang thiết bị công nghệ, các hệ thống của một nhà máy theo tiêu chuẩn.

- Plant Engineering: Cho phép thiết kế mặt bằng xưởng, nhà máy, dây chuyền sản xuất.... Và rất nhiều các modul khác nữa

Đây là một phần mềm tích hợp CAD/CAM rất mạnh, có khả năng giải quyết nhiều bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Các đối tượng mà CATIA có khả năng làm việc là:

- Thiết kế cơ khí: Thiết kế chi tiết và các cơ cấu tổ hợp các sản phẩm dập tấm, bề mặt và khung dây, thiết kế khuôn, thiết kế tàu thủy, ô tô, máy bay v.v...
- Thiết kế các kiểu dáng hình học 3D với những mặt cong bất kỳ.
 - Thiết kế bề mặt từ cơ sở dữ liệu đo 3 chiều CMM
 - Phân tích kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM)
 - Gia công CNC
 - Thiết kế nhà xưởng
 - Thiết kế hệ thống điện, điện tử, thủy lực.
 - Mô phỏng động học....

** Phần mềm Mastercam*

Mastercam là một phần mềm chuyên dùng để thiết kế và lập quy trình công nghệ (Lập trình tự động) gia công trên các trung tâm gia công Phay, Tiện Và Cắt dây. Mastercam V9.0 bao gồm 4 modul:

Mastercam Design (Thiết kế chung)

Mastercam Mill (Thiết kế gia công phay)

Mastercam Lathe (Thiết kế gia công Tiện)

Mastercam Wire (Thiết kế gia công cắt dây)

Riêng modul Mastercam Design chuyên dùng để thiết kế các biên dạng, các bề mặt hoặc các hình khối bất kỳ.

Tuy nhiên trong các modul còn lại ngoài các chức năng công nghệ như Tiện, Phay và Cắt dây nó cũng có phần thiết kế tương tự như modul Mastercam Design. Vì vậy phần mềm Mastercam có khả năng thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công được bất kỳ chi tiết nào cho các nguyên công Tiện, Phay và cắt dây. Trong giới hạn của đề tài này, tác giả nghiên cứu về Mastercam Mill (thiết kế và lập quy trình công nghệ gia công phay).

Giao diện có 3 phần chính:

Thanh công cụ:



Gồm có 6 trang với các chức năng công cụ, từ thiết kế, quan sát đối tượng, thiết lập mặt phẳng vẽ, hiệu chỉnh, sửa chữa đối tượng, thiết kế quy trình công nghệ... Để chuyển sang các trang khác Click chuột vào một trong 2 phím mũi tên ngoài cùng của thanh công cụ và chọn vào các biểu tượng tương ứng.

Chức năng thực hiện chương trình: Để thực hiện các chức năng này Click chuột vào dòng lệnh tương ứng, hoặc nhập từ bàn phím chữ cái gạch chân trong khối lệnh (đây là phím tắt nên rất tiện lợi cho quá trình thiết kế).

Ví dụ Để tạo đối tượng 2D click Create hoặc gõ chữ C từ bàn phím...

Main Menu:	Menu chính
<u>A</u> nalyze	:Phân tích đối tượng
<u>C</u> reate	:Tạo đối tượng
<u>F</u> ile	:Quản lý tệp
<u>M</u> odify	:Hiệu chỉnh đối tượng
<u>X</u> form	:Các thao tác trên đối tượng
<u>D</u> elete	:Thao tác xóa
<u>S</u> creen	:Thiết lập thông số hiển thị
<u>S</u> olids	:Tạo chi tiết dạng khối
BACKUP	:Trở về thao tác trước đó
MAIN MENU	:Trở về Menu chính

- Menu thứ cấp :

Z: 0.000	:Vị trí trục Z (vị trí ban đầu)
Color: 10	:Màu mặc định của đối tượng
Level: 1	:Lớp hiện hành
Attributes	:Tính chất đối tượng
Groups	:Quản lý đối tượng theo nhóm
Mask: OFF	:Đánh dấu đối tượng, nhóm hoặc lớp
WCS: T	:Mặt phẳng vẽ đối tượng
Cplane: T	:Mặt phẳng quan sát đối tượng
Gview: T	

- Mặt phẳng vẽ: CPLANE

3D	Vẽ trong không gian
Top	Vẽ hình chiếu từ đỉnh
Front	Vẽ hình chiếu từ phía trước
Side	Vẽ hình chiếu cạnh
Number	Gọi mặt phẳng vẽ theo số thứ tự
Named	Gọi mặt phẳng vẽ trước đó
Entity	Chọn mặt phẳng vẽ trên đối tượng
Rotate	Xoay mặt phẳng vẽ đi một góc
Normal	Mặt phẳng pháp tuyến
Next menu	Gọi trình đơn tiếp theo

- Mặt phẳng quan sát: GVIEW

Tất cả các Module đều có mặt phẳng quan sát giống nhau.

<u>T</u> op	
<u>F</u> ront	
<u>S</u> ide	
<u>I</u> sometric	
<u>N</u> umber	
<u>N</u> amed	
<u>E</u> ntity	
<u>R</u> otate	
<u>D</u> ynamic	
<u>N</u> ext menu	

Quan sát từ đỉnh
Quan sát từ phía trước
Quan sát hình chiếu cạnh
Quan sát mô hình 3D
Quan sát theo số thứ tự
Quan sát mặt phẳng vẽ trước đó
Quan sát trên mặt phẳng chứa đối tượng chọn
Xoay mặt phẳng vẽ đi một góc
Trạng thái bất kỳ
Gọi trình đơn tiếp theo

- Chức năng bắt Điểm: Chức năng bắt điểm hỗ trợ cho việc vẽ chính xác, chức năng này được kích hoạt khi ta đang ở trong một lệnh vẽ hay trong một yêu cầu xác định chính xác các điểm.

Tại Main menu chọn Screen, Next menu, Auto cursor đặt Yes.

<u>O</u> rigin
<u>C</u> enter
<u>E</u> ndpoint
<u>I</u> ntersec
<u>M</u> idpoint
<u>P</u> oint
<u>L</u> ast
<u>R</u> elative
<u>Q</u> uadrant
<u>S</u> ketch

Gốc tọa độ
Tâm đường tròn
Điểm đầu của một đối tượng
Giao điểm giữa các đối tượng
Trung điểm của đối tượng
Điểm
Điểm cuối của đối tượng sau cùng
Tạo độ tương đối
Điểm phần tư đường tròn
Bắt điểm tự do

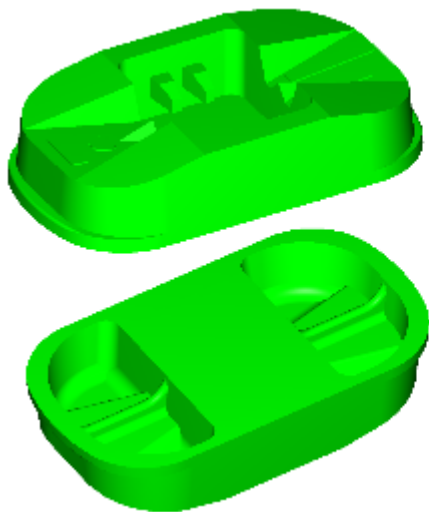
- Cách chọn đối tượng:

C hain	: Chọn theo biên dạng
W indow	: Chọn theo cửa sổ
A rea	: Chọn theo miền kín
O nly	: Chỉ một đối tượng thuộc dạng đối tượng nào đó
A ll	: Tất cả các đối tượng
G roup	: Nhóm đối tượng
R esult	: Đối tượng được chọn là kết quả của một thao tác xoay hoặc dịch chuyển

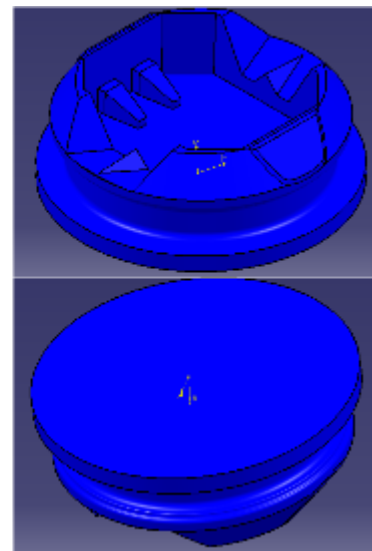
Phân màn hình hiển thị đồ họa

Phía dưới của màn hình hiển thị hệ tọa độ, đơn vị vẽ và khoảng quan sát đối tượng khi vẽ. Tất cả các giá trị này có thể thay đổi khi thiết lập các chức năng hiển thị và các chức năng thiết kế.

3.2.3. Thiết kế mô hình CAD 3D của chi tiết.



Chi tiết Light Dome LD0005

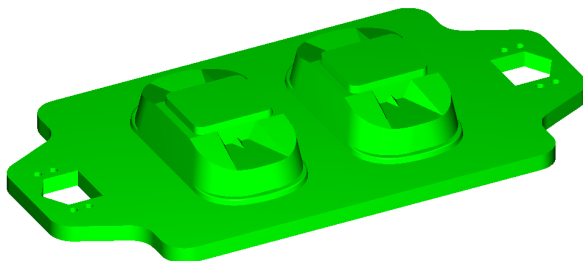


Chi tiết Light Dome LD2010

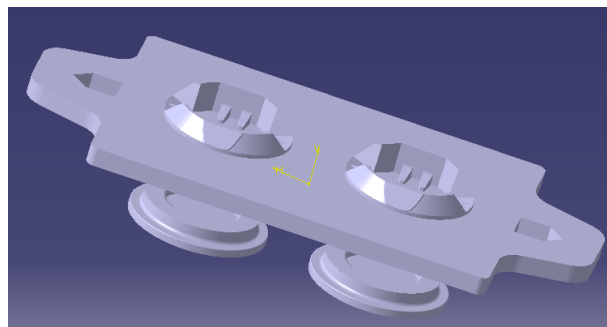
Hình 3.4: Mô hình thiết kế 3D chi tiết

3.2.4. Thiết kế mẫu đúc

Từ bản vẽ thiết kế chi tiết ta thiết kế bản vẽ vật đúc, lựa chọn mặt phân khuôn, sau đó thiết kế mẫu đúc sử dụng cho hòm khuôn có kích thước 410x310x100.



Mẫu Light Dome LD0005

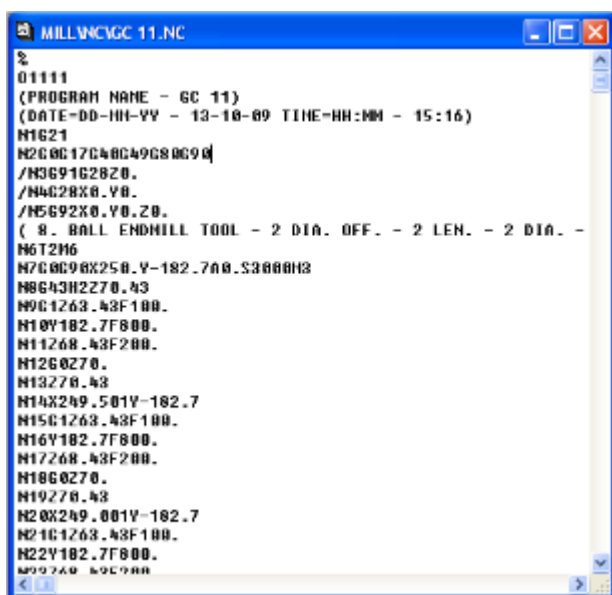


Mẫu Light Dome LD2010

Hình 3.5: Mô hình thiết kế 3D mẫu

3.2.5. Gia công chế tạo mẫu đúc

Từ bản vẽ thiết kế mẫu, sử dụng các phần mềm CAD/CAM như Catia, Mastercam lập trình gia công.



Sử dụng máy phay CNC để gia công mẫu đúc.



Mẫu Light Dome L0005

Mẫu Light Dome L2010

Hình 3.6: Sản phẩm mẫu

3.3. Ứng dụng thử nghiệm đúc LIGHT DOME

Ứng dụng thử nghiệm đúc chi tiết Lightdome tại cơ sở sản xuất gang Hùng Vỹ với các yếu tố sau:

- Hòm khuôn 2 nửa với chốt định vị bán nguyệt có lắp bạc xẻ rãnh.
- Mẫu được gia công chính xác trên tấm mẫu.
- Vật liệu làm khuôn trộn trên máy trộn.
- Lõi được làm thủ công.
- Hệ thống rót bên hông có rãnh lọc xỉ.
- Làm khuôn trên máy vừa dẫn vừa ép: F-2A.
- Lắp ráp và vận chuyển khuôn về vị trí chờ rót có hòm khuôn phụ tránh hiện tượng lệch khuôn khi vận chuyển.
- Tấm đè khuôn.

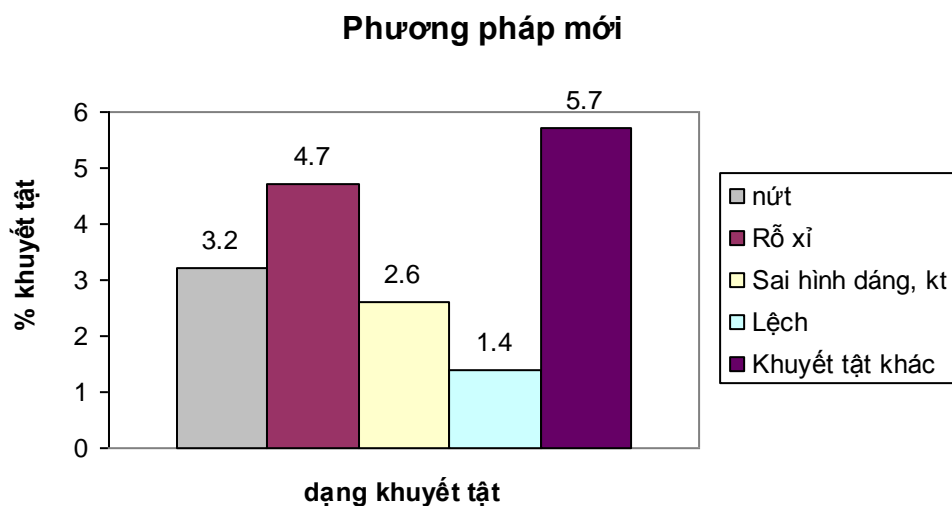
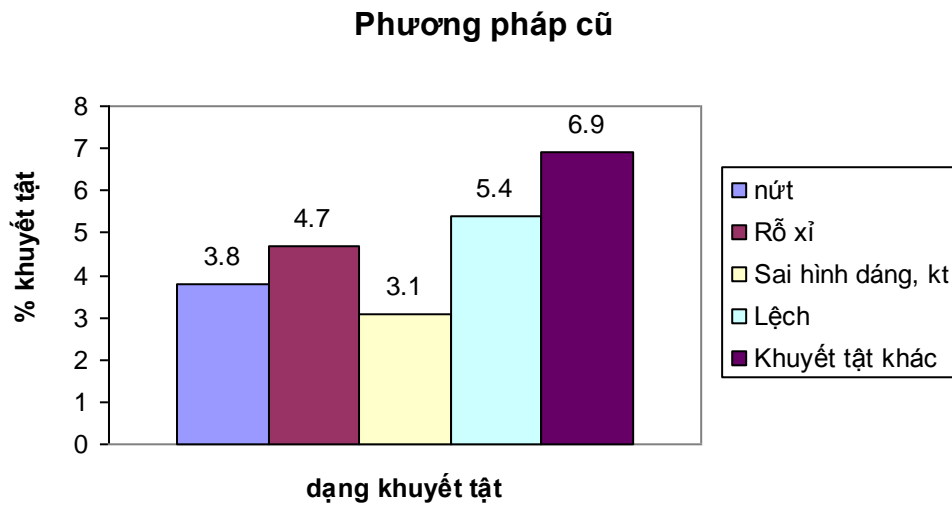
Kết quả thu được sau khi sản xuất với số lượng 1000 chi tiết ta có bảng thống kê số lượng phế phẩm vật đúc như sau:

Dạng khuyết tật	Số lượng	Tỷ lệ khuyết tật %
Vật đúc bị nứt	32	3.2
Lõm co, rỗ co, rỗ xốp...	57	5.7
Rỗ xỉ	47	4.7
Thiếu hụt, sai kích thước, khối lượng...	26	2.6
Lệch	14	1.4

Bảng 3.1: Thống kê số lượng phế phẩm chi tiết Light dome LD0005 sau khi ứng dụng các biện pháp khắc phục

Qua bảng thống kê thấy khuyết tật do rỗ xỉ, co ngót vẫn còn chiếm tỷ lệ cao. Tuy nhiên, hiện tượng khuyết tật đúc do sai lệch thì giảm rõ rệt. Qua khảo sát có những mẻ liệu cho 0% phế phẩm do sai lệch khuôn.

Biểu đồ so sánh:



3.4. Đánh giá kết quả, bàn luận và kiến nghị

Qua thời gian 03 tháng ứng dụng phương pháp thiết kế, chế tạo mẫu làm khuôn mà tác giả đề xuất vào thực tế sản xuất tại một số Doanh nghiệp đúc gang ở Thái Nguyên, qua phỏng vấn các chủ doanh nghiệp có sử dụng sản phẩm của tác giả, chúng ta có thể rút ra một số ưu điểm của phương pháp này so với phương pháp làm khuôn thủ công trên nền xưởng như sau:

- Mẫu mã đẹp hơn, vật đúc có độ sắc nét cao.
- Vật đúc đồng đều, có độ chính xác về hình dáng, kích thước cao hơn.

- Loại bỏ được sai số do đặt lệch khuôn trên và khuôn dưới.
- Tiết kiệm mặt bằng nhà xưởng do có thể đặt các khuôn sát nhau. Tiết kiệm được thời gian rót.
- Hạn chế lỗi phát sinh trong quá trình rót do hỗn hợp làm khuôn được nén chặt hơn.
- Năng suất cao hơn: Nếu làm khuôn thủ công trên nền xưởng, một ca 8h, một công nhân làm được tối đa 80 khuôn tương đương với 80 sản phẩm. Khi làm khuôn trên máy, một ca 8h với 3 thợ làm được 230 khuôn tương đương với 460 sản phẩm.



Hình 3.7: Sản phẩm ứng dụng của đề tài



Hình 3.8: Sản phẩm mới đỡ khuôn



Hình 3.9: Sản phẩm đóng gói chờ xuất khẩu

3.5. Kết luận

Những nghiên cứu, phân tích xuất phát từ thực tế đã đưa ra được các cách cải tiến phương pháp đúc để nâng cao chất lượng sản phẩm, tăng năng suất, giảm phế phẩm dẫn đến giá thành sản phẩm giảm từ đó tăng tính kinh tế trong quá trình sản xuất đúc.

Phần III. KẾT LUẬN CHUNG

1. Kết luận

Trong luận văn này tác giả đã khảo sát được quá trình sản xuất tại các doanh nghiệp đúc gang tại Thái Nguyên, đã thống kê và xác định được nguyên nhân gây sai lệch khuôn.

- Khắc phục được những nguyên nhân do vật liệu làm khuôn, hệ thống định vị hòm khuôn, lực đè khuôn... gây sai lệch khuôn.

- Sử dụng phương pháp gia công mẫu chính xác để thiết kế, gia công mẫu.

- Nêu bật các kết quả nghiên cứu đạt được trong việc phát hiện ra những hạn chế về tổ chức sản xuất, quy trình công nghệ, thiết bị đo kiểm, trình độ quản lý kỹ thuật

- Những đóng góp của đề tài: tỉ lệ phế phẩm giảm, năng suất không giảm, giảm thiểu được ô nhiễm môi trường.

2. Hướng nghiên cứu tiếp theo

Đây là đề tài luận văn thạc sỹ, thời gian không cho phép nên tác giả mới chỉ dừng lại ở việc nghiên cứu đánh giá về hiện tượng sai lệch khuôn ở một số doanh nghiệp đúc gang tại Thái Nguyên. Qua quá trình thực hiện đề tài, tác giả nhận thấy tỉ lệ phế phẩm đúc do các nguyên nhân như: rỉ, bóng, ngót ... còn có tỉ lệ cao, đặc biệt là hiện tượng rỉ khí.

Phế phẩm do hiện tượng rỉ khí nhiều khi chỉ được phát hiện ở những nguyên công cuối cùng của quy trình công nghệ do đó gây thiệt hại rất lớn cho doanh nghiệp. Theo kết quả khảo sát của tác giả, những tháng mùa xuân, trời nồm, độ ẩm không khí cao có những mẻ đúc phế phẩm lên tới 90 %.

Vì vậy, việc nghiên cứu sâu về quá trình đúc nhằm hạn chế phế phẩm đúc do nguyên nhân rỉ khí là rất cần thiết và cấp bách. Trong thời gian tới tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu đưa ra các giải pháp nhằm hạn chế phế phẩm đúc do các nguyên nhân khác, đặc biệt là rỉ khí.

Do thời gian thực hiện đề tài hạn chế, thiết bị thí nghiệm thiếu, điều kiện thử nghiệm gặp nhiều khó khăn, tài liệu tham khảo bằng tiếng Việt còn ít, sự phức tạp trong việc giải quyết bài toán ứng dụng ... nên chắc chắn đề tài không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả mong nhận được những góp ý của quý thầy, cô và các bạn đồng nghiệp để đề tài hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Một số khuyết tật vật đúc



Khuyết tật do nứt



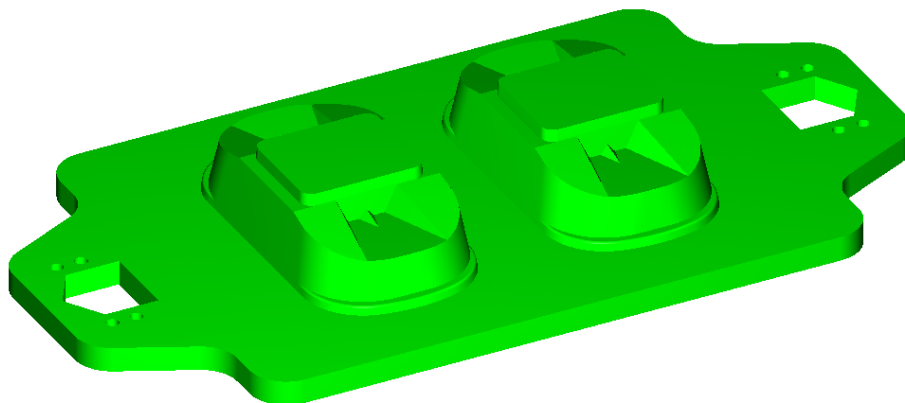
Khuyết tật do lệch khuôn



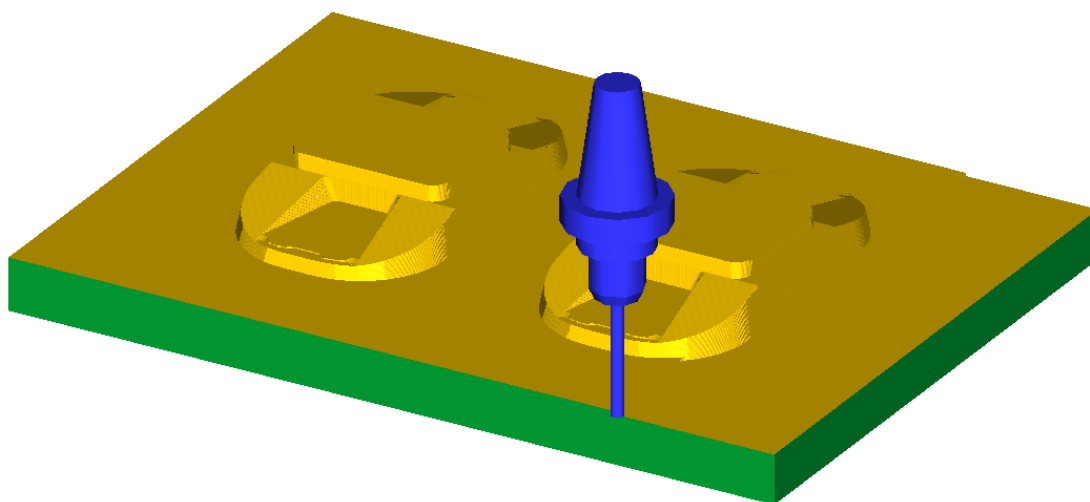
Phụ lục 2: Lập trình gia công chế tạo mẫu LightDome L0005

(Sử dụng phần mềm Mastercam)

1. Bản vẽ 3D thiết kế mẫu



2. Mô phỏng quá trình gia công



3. Chương trình NC dùng để điều khiển máy gia công CNC

a. Chương trình phay thô mặt trên mẫu

```
%  
O1122  
N1G21
```

N2G0G17G40G49G80G90
N4G0G90X41.536Y56.167S3000M3
N5G43H1Z50.M8
N6Z7.8
N7G1Z.8F60.
N8X148.464F200.
N9X150.504Y63.333
N10X39.496
N11X40.076Y70.5
N12X149.919
N13X148.096Y77.667
N14X41.908
N15X45.175Y84.833
N16X144.83
N17X139.699Y92.
N18X50.309
N19X58.481Y99.167
N20X131.522
N21X111.29Y106.333
N22X78.688
N23G0Z5.8
N24Z50.
N25X41.536Y56.167

.....

N4233X-134.21Z-39.3
N4234X-146.197
N4235X-146.312Z-39.184
N4236X-146.506Z-38.952
N4237X-146.683Z-38.698
N4238X-146.839Z-38.428
N4239X-146.947Z-38.202
N4240X-146.973Z-38.147
N4241X-147.08Z-37.859
N4242X-147.164Z-37.567
N4243X-147.2Z-37.39
N4244X-146.016Y70.5
N4245X-145.846Z-37.591
N4246X-145.778Z-37.66
N4247X-145.646Z-37.791
N4248X-145.552Z-37.87

N4249X-145.441Z-37.962
N4250X-145.315Z-38.052
N4251X-134.957
N4252X-134.868Z-37.984
N4253X-134.66Z-37.792
N4254X-134.484Z-37.602
N4255X-134.461Z-37.576
N4256X-134.318Z-37.39
N4257G0Z-32.39
N4258Z50.
N4259X-55.682
N4260Z-32.3
N4261G1Z-37.39F60.
N4262X-55.539Z-37.576F200.
N4263X-55.34Z-37.792
N4264X-55.132Z-37.984
N4265X-55.043Z-38.052
N4266X-44.689
N4267X-44.643Z-38.019
N4268X-44.559Z-37.962
N4269X-44.465Z-37.881
N4270X-44.354Z-37.791
N4271X-44.281Z-37.716
N4272X-44.154Z-37.591
N4273X-43.984Z-37.39
N4274G0Z-32.39
N4275Z150.
N4276M5
N4277G91X0.Y0.
N4279M30
%

b. Chương trình phay tinh mặt trên mẫu

%
O0001
N1G21
N2G0G17G40G49G80G90
N4G0G90X73.899Y-106.554S1800M3
N5G43H2Z50.M8

N6Z-.468
N7G1Z-5.468F40.
N8X75.177Z-8.337F120.
N9X77.694Z-12.348
N10X80.13Z-14.66
N11X82.5Z-15.405
N12X86.85
N13X87.169Z-14.764
N14X87.29Z-14.504
N15X88.022Z-13.312
N16X88.738Z-12.335
N17X88.932Z-12.127
N18X89.518Z-11.435
N19X89.935Z-11.055
N20X90.344Z-10.638
N21X91.061Z-10.097
N22X91.198Z-9.978
N23X92.061Z-9.467
N24X92.754Z-9.228
N25X92.917Z-9.163

.....

N3568X102.831Z-14.764
N3569X102.71Z-14.504
N3570X101.998Z-13.348
N3571X101.978Z-13.312
N3572X101.262Z-12.335
N3573X101.068Z-12.127
N3574X100.482Z-11.435
N3575X100.065Z-11.055
N3576X99.656Z-10.638
N3577X98.939Z-10.097
N3578X98.802Z-9.978
N3579X97.939Z-9.467
N3580X97.246Z-9.228
N3581X97.083Z-9.163
N3582X96.464Z-9.081
N3583X96.25Z-9.041
N3584X96.187Z-9.053
N3585X93.813
N3586X93.75Z-9.041

N3587X93.536Z-9.081
N3588X92.917Z-9.163
N3589X92.754Z-9.228
N3590X92.061Z-9.467
N3591X91.198Z-9.978
N3592X91.061Z-10.097
N3593X90.344Z-10.638
N3594X89.935Z-11.055
N3595X89.518Z-11.435
N3596X88.932Z-12.127
N3597X88.738Z-12.335
N3598X88.022Z-13.312
N3599X88.002Z-13.348
N3600X87.29Z-14.504
N3601X87.169Z-14.764
N3602X86.85Z-15.405
N3603X42.5
N3604X42.253Z-15.278
N3605X42.211Z-15.246
N3606X42.2Z-15.225
N3607X41.935Z-14.813
N3608X41.649Z-14.065
N3609X41.613Z-13.96
N3610X41.291Z-12.769
N3611X40.92Z-11.013
N3612X40.503Z-8.607
N3613X40.038Z-5.468
N3614G0Z-.468
N3615Z150.
N3616M5
N3617G91X0.Y0.
N3619M30
%

c. Chương trình phay thô mặt dưới mẫu

%

O0005

(PROGRAM NAME - PHAY THO 2 HOC DUOI)

(DATE=DD-MM-YY - 13-03-10 TIME=HH:MM - 21:19)

N1G21

N2G0G17G40G49G80G90

(12. FLAT ENDMILL TOOL - 1 DIA. OFF. - 1 LEN. - 1
DIA. - 12.)

N3T1M6

N4G0G90X-111.29Y-106.333A0.S3000M3

N5G43H1Z50.M8

N6Z7.8

N7G1Z.8F60.

N8X-78.688F200.

N9X-58.481Y-99.167

N10X-131.522

N11X-139.699Y-92.

N12X-50.309

N13X-45.175Y-84.833

N14X-144.83

N15X-148.096Y-77.667

N16X-41.908

N17X-40.076Y-70.5

N18X-149.919

N19X-150.504Y-63.333

N20X-39.496

.....

N4245X132.93

N4246Z-32.3

N4247G1Z-37.39F60.

N4248X133.602Z-38.535F200.

N4249X133.765Z-38.787

N4250X133.947Z-39.023

N4251X134.145Z-39.24

N4252X134.21Z-39.3

N4253X146.197

N4254X146.312Z-39.184

N4255X146.506Z-38.952

N4256X146.683Z-38.698

N4257X146.843Z-38.421

N4258X146.947Z-38.202

N4259X146.973Z-38.146

N4260X147.081Z-37.856

N4261X147.165Z-37.563

N4262X147.2Z-37.39

N4263G0Z-32.39

N4264Z50.

N4265M5

N4266G91G28Z0.M9

N4267G28X0.Y0.A0.

N4268M30

%

d. Chương trình phay tinh mặt dưới mẫu

%

O0011

N1G21

N2G0G17G40G49G80G90

N4G0G90X40.038Y55.946S1800M3

N5G43H2Z50.M8
N6Z-.468
N7G1Z-5.468F40.
N8X40.503Z-8.607F120.
N9X40.91Z-10.95
N10X41.263Z-12.621
N11X41.291Z-12.769
N12X41.607Z-13.933
N13X41.894Z-14.684
N14X41.935Z-14.813
N15X41.982Z-14.869
N16X42.244Z-15.277
N17X42.492Z-15.404
N18X86.85Z-15.405
N19X87.169Z-14.764

.....

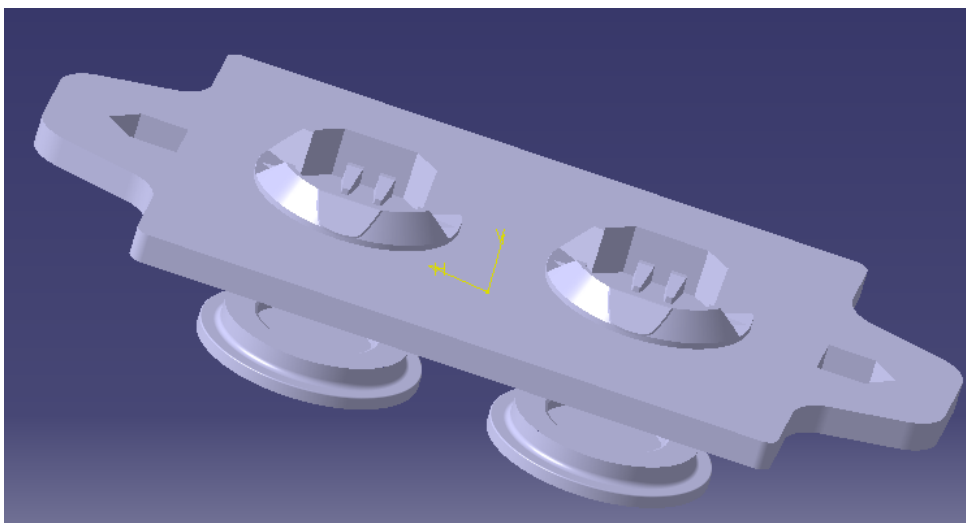
N3574X98.939Z-10.097
N3575X98.802Z-9.978
N3576X97.939Z-9.467
N3577X97.246Z-9.228
N3578X97.083Z-9.163
N3579X96.464Z-9.081
N3580X96.25Z-9.041
N3581X96.187Z-9.053
N3582X93.813
N3583X93.75Z-9.041
N3584X93.536Z-9.081

N3585X92.917Z-9.163
N3586X92.754Z-9.228
N3587X92.061Z-9.467
N3588X91.198Z-9.978
N3589X91.061Z-10.097
N3590X90.344Z-10.638
N3591X89.935Z-11.055
N3592X89.518Z-11.435
N3593X88.932Z-12.127
N3594X88.738Z-12.335
N3595X88.022Z-13.312
N3596X88.002Z-13.348
N3597X87.29Z-14.504
N3598X87.169Z-14.764
N3599X86.85Z-15.405
N3600X82.5
N3601X80.13Z-14.66
N3602X77.694Z-12.348
N3603X75.177Z-8.337
N3604X73.899Z-5.468
N3605G0Z-.468
N3606Z150.
N3607M5
N3608G91X0.Y0.
N3610M30
%

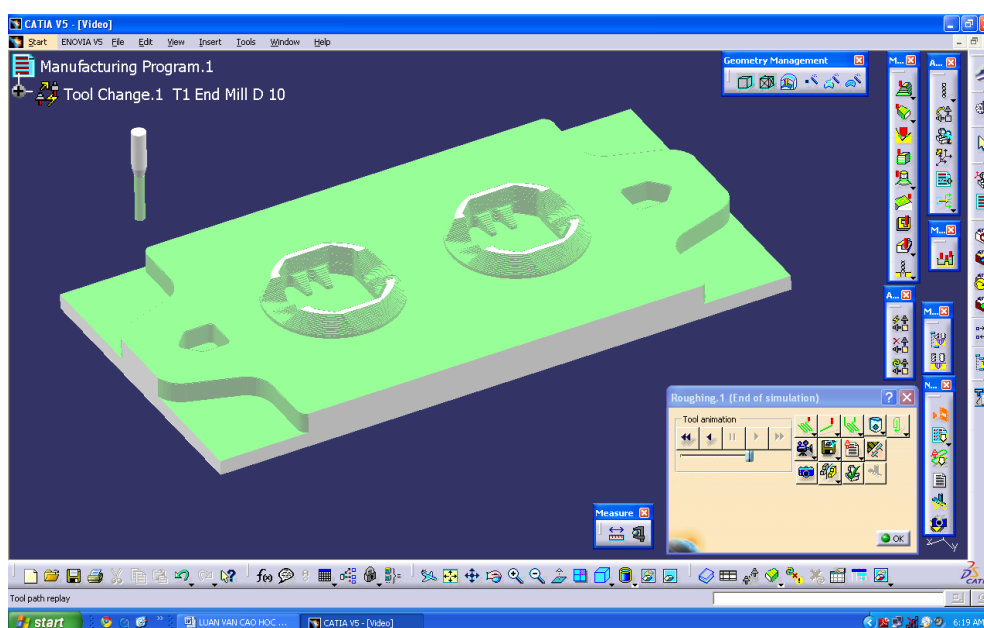
Phụ lục 3: Lập trình gia công chế tạo mẫu LightDome L2010

(Sử dụng phần mềm Catia)

1. Bản vẽ 3D thiết kế mẫu



2. Mô phỏng quá trình gia công



3. Chương trình NC điều khiển máy gia công CNC

%

O2345

N1 G49 G54 G20 G80 G40 G90 G23 G94 G17
G98

N2 T1 M6
N3 G0 X-127.1612 Y168.1 S70 M3
N4 G43 Z65.4819 H1
N5 Z64.5985
N6 G1 Z54.4985 F300.
N7 Y160.
N8 X310. F1000.
N9 Y-160.
N10 X-310.
N11 Y160.
N12 X-127.1612
N13 Y152.5
N14 X302.5
N15 X303.7398 Y153.7398
N16 X302.5 Y152.5
N17 Y-152.5
N18 X303.7398 Y-153.7398
N19 X302.5 Y-152.5
N20 X-302.5
N21 X-303.7398 Y-153.7398
N22 X-302.5 Y-152.5
N23 Y152.5
N24 X-303.7398 Y153.7398
N25 X-302.5 Y152.5
N26 X-127.1612
N27 Y145.
N28 X295.
N29 X296.2398 Y146.2398
N30 X295. Y145.
N31 Y-145.
N32 X296.2398 Y-146.2398
N33 X295. Y-145.
N34 X-295.
N35 X-296.2398 Y-146.2398
N36 X-295. Y-145.
N37 Y145.
N38 X-296.2398 Y146.2398
N39 X-295. Y145.
N40 X-127.1612
N41 Y137.5
N42 X287.5

.....

N45181 X-222.098 Y160.4511 F1000.
 N45182 X-221.7395 Y160.7785
 N45183 X-221.3363 Y161.2078
 N45184 X-219.3928 Y162.9239
 N45185 X-219.3148 Y162.9928
 N45186 X-216.6544 Y164.5399
 N45187 X-218.1626 Y167.1333
 N45188 Z23.1934
 N45189 G0 Z24.4769
 N45190 X219.0636 Y172.1016
 N45191 Z24.3769
 N45192 G1 Z14.3769 F300.
 N45193 Z13.1934
 N45194 X216.222 Y164.6233
 N45195 X217.4031 Y164.1745 F1000.
 N45196 X219.5769 Y162.693
 N45197 X220.4581 Y162.0924
 N45198 X222.3602 Y160.
 N45199 X224.5801 Y162.0179
 N45200 Z23.1934
 N45201 G0 Z24.4769
 N45202 X316.8913 Y52.1894
 N45203 Z24.3769
 N45204 G1 Z14.3769 F300.
 N45205 Z13.1934
 N45206 X310. Y48.1262
 N45207 X312.3619 Y44.1203 F1000.
 N45208 X312.8211 Y42.9863
 N45209 X314.1897 Y39.6058
 N45210 X314.8064 Y37.4661
 N45211 X317.6891 Y38.2969
 N45212 Z23.1934
 N45213 G0 Z24.4769
 N45214 X322.473 Y-39.7644
 N45215 Z24.3769
 N45216 G1 Z14.3769 F300.
 N45217 Z13.1934
 N45218 X314.8733 Y-37.2655
 N45219 X313.3544 Y-41.8847 F1000.

N45220 X312.982 Y-42.7644
 N45221 X312.9053 Y-42.9169
 N45222 X312.3461 Y-44.0294
 N45223 X311.9604 Y-44.9084
 N45224 X311.5792 Y-45.5949
 N45225 X311.5361 Y-45.6849
 N45226 X311.4835 Y-45.7672
 N45227 X311.3678 Y-45.9756
 N45228 X311.1698 Y-46.3647
 N45229 X310. Y-48.1398
 N45230 X312.505 Y-49.7905
 N45231 Z23.1934
 N45232 G0 Z24.4769
 N45233 X228.5357 Y-165.1755
 N45234 Z24.3769
 N45235 G1 Z14.3769 F300.
 N45236 Z13.1934
 N45237 X222.4353 Y-160.
 N45238 X222.2782 Y-160.1853 F1000.
 N45239 X222.0954 Y-160.4544
 N45240 X221.8935 Y-160.6387
 N45241 X221.7281 Y-160.8336
 N45242 X219.3719 Y-162.9412
 N45243 X219.3106 Y-162.996
 N45244 X216.6484 Y-164.5431
 N45245 X218.1558 Y-167.1369
 N45246 Z23.1934
 N45247 G0 Z65.4819
 N45248 M5
 N45249 M30
 N45250 M2
 N45251 M30
 %

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Xuân Bông và Phạm Quang Lộc, Thiết kế đúc, NXB KH&KT, năm 1978.
- [2] PGS.TS Lê Văn Minh – Thiết bị đúc – NXB Khoa học và Kỹ thuật – Hà Nội 2006
- [3] Trần Vĩnh Hưng - Trần Ngọc Hiền, Mastercam phần mềm thiết kế công nghệ CAD/CAM điều khiển các máy CNC.
- [4] Phạm Quang Lộc – Kỹ thuật đúc – NXB Thanh niên 2000
- [5] Đinh Ngọc Lụa – Hỏi đáp về đúc gang - NXB Khoa học và kỹ thuật – Hà Nội 1979
- [6] Phan Tử Phùng (chủ biên) – Sách tra cứu đúc gang - NXB Khoa học và Kỹ thuật – Hà Nội 1985
- [7] Kim Thái (biên tập) – Kỹ thuật đúc – NXB KHKT- Hà Nội 1980
- [8] PGS Lê Cao Thắng – Bài tập môn học Kỹ thuật chế tạo máy – Trường ĐH Kỹ thuật công nghiệp – Bắc Thái 1995
- [9] TS Phan Ngọc Trúc – Giáo trình Kỹ thuật chế tạo máy – Trường ĐH Kỹ thuật công nghiệp – Thái Nguyên 1996
- [10] PGS.TS Vũ Quý Đạc, Hoàng Minh Phúc - "Ứng dụng công nghệ CAD/CAM-CNC thiết kế chế tạo mẫu đúc có độ chính xác cao, đúc các mặt hàng xuất khẩu, sử dụng cho các doanh nghiệp đúc gang vừa và nhỏ tại Thái Nguyên - Hội nghị Cơ khí chế tạo toàn quốc lần thứ hai - Hà Nội 2009
- [11] P.L.Jain - Những nguyên lý cơ bản của Công nghệ đúc - nhóm người dịch Lê Văn Việt, Lại Minh Dũng, Ngô Văn Thái
- [12] Prjibul – Lê Văn Trúc (dịch) – Lý thuyết các quá trình đúc – NXB Khoa học và kỹ thuật – Hà Nội 1974

[13]. Z.Janjusevic - Z.Gulisija - S.Radosavljevic - Z.Acimovic, A contribution to study of processes on the steel cast - sand mould contact surface during casting, September 2000, Materials letters.

[14]. I.K.Craig - F.R.Camisani - P.C.Pistorius, A contemplative stance on the automation of continuous casting in steel processing, 2001, Control engineering practice.

[15]. WEI En_fa - YANG Yin-dong - FENG Chang-lin - I.D.Sommerville - A.McLean, Effect of carbon properties on melting behavior of Mold Fluxes for continuous casting of steels, 2006, www.sciencedirect.com.

[16]. Charles Monroe - Christoph Beckermann, Development of a hot tear indicator for steel castings, 2005, Materials science & Engineering

[17] <http://www.lightdome.co.uk>