

**« Разработка технологического процесса  
изготовления отливки детали »**

# Содержание

Технико-экономическое обоснование выбранного способа  
Выбор плоскости разъема модели и формы  
Определение припусков для механической обработки  
Выбор формовочных и стержневых смесей. Оборудование  
для их приготовления  
Изготовление стержней и форм  
Выбор подвода металла и расчет литниковой системы  
Сборка литейной формы  
Расчет массы груза  
Расчет шихты и выбор плавильного агрегата  
Заливка, охлаждение, выбивка, очистка и обрубка отливок  
Возможные дефекты и методы их исправления  
Техника безопасности и экология

## **Технико-экономическое обоснование выбранного способа.**

При разработке литейной технологии очень важно выбрать наиболее рациональный способ получения отливки, обеспечивающий необходимые эксплуатационные свойства литых деталей и высокие технико-экономические показатели производства: получение качественных отливок при минимальной их стоимости; высокая производительность; максимальное использование имеющегося оборудования.

В литейном производстве при изготовлении отливок используют 2 типа литейных форм – разового и многократного использования.

Рассмотрим различные способы получения отливок:

- при литье в песчаные формы можно получить отливки любых конфигураций, размеров (до 20000 мм), массы (до 250000 кг) и минимальной толщиной стенки до 5 мм.
- при литье в металлические формы получают отливки простой и средней сложности, мелкие и средние по массе (до 2000 кг) и размерам (до 2000 мм). В основном для получения отливок из алюминиевых сплавов.
- при центробежном литье получаем мелкие и средние отливки, имеющие форму тел вращения.
- при литье в оболочковые формы получаем мелкие и средние отливки, средней сложности с повышенной точностью и чистой поверхностью в серийном и массовом производстве.
- при литье по выплавляемым моделям получаем мелкие и средние отливки, любой сложности с повышенной точностью и чистой поверхностью в основном из стали и труднообрабатываемых сплавов при серийном и массовом производстве.
- при литье под давлением получаем мелкие отливки (до 30 кг), любой конфигурации, с большой точностью размеров и высокой чистотой поверхности из цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов в массовом производстве.
- при непрерывном литье получают длинные отливки круглого и прямоугольного сечения в массовом производстве.

Для налаживания массового производства данного типа отливок из стали 40Л используем литье в одноразовые самотвердеющие формы. При литье в холоднотвердеющие формы для данного типа отливок получаем минимальные экономические затраты и данную отливку можно получать этим способом.

## **Выбор плоскости разъема модели и формы.**

Выбор плоскости разъема подчинен выбору положения формы при заливке. При определении поверхности разъема формы необходимо руководствоваться следующими положениями:

- форма и модель, по возможности, должны иметь одну поверхность разъема, желательно плоскую горизонтальную, удобную для изготовления и сборки формы;
- модель должна свободно извлекаться из формы;
- при формовке в парных опоках следует стремиться к тому, чтобы общая высота формы была минимальной;

При выборе плоскости разъема и положения отливки в форме нужно учесть, что:

- ответственные обрабатываемые поверхности отливок должны располагаться внизу или на боковых поверхностях формы;
- отливку в форме следует располагать так, чтобы при затвердевании соблюдался принцип одновременного или направленного затвердевания сплава;
- для отливок, имеющих внутренние полости, образуемые стержнями или болванами, выбранное положение должно обеспечивать возможность проверки размеров полости формы при сборке, а также надежное крепление стержней (болванов).

## Определение припусков для механической обработки.

Припуски на механическую обработку назначаем только на обрабатываемые плоскости с учетом общего допуска элемента поверхности, вида окончательной механической обработки и ряда припуска на отливку по ГОСТ 26645 – 85.

При литье стали 40Л в песчано-глинистые формы наибольшим габаритным размером отливки 173 мм принимаем степень точности – 8 (табл.11 ).

При степени точности поверхности определяем ряд припуска – 4 (табл. 14).

При литье стали 40Л в песчано-глинистые формы с наибольшим габаритным размером отливки 173 мм принимаем класс размерной точности – 9 (табл.9).

По отношению наименьшего размера элемента отливки к наибольшему равному (0.066), при литье в разовые формы определяем степень коробления элементов отливки -5 (табл. 10).

По номинальному размеру и классу размерной точности определяем допуск размеров отливки – 2.8 мм (табл. 1).

По номинальному размеру и степени коробления элементов отливки выбирают допуск формы и расположения элементов отливки – 0.64 (табл. 2).

На основании допуска размеров отливки и допуска формы и расположения поверхности определяем общий допуск элемента отливки – 4 (табл. 16).

По общему допуску, виду окончательной механической обработки и ряду припусков определяем общий припуск на сторону – 3 мм для плоских поверхностей, 1 мм для отверстий (табл. 6).

Для оформления внутренних полостей, наружных углублений и выступов отливки применяются стержни. Установка и фиксация стержней в форме осуществляется при помощи знаков, которые выбирают по ГОСТ 3212 – 92 в зависимости от размеров сечения знаков или диаметра, длины стержня и положения в форме.

Формовочные уклоны на знаках предназначены для облегчения сборки формы. Между поверхностью формы и знаковой частью стержня необходимо предусмотреть нанесение зазоров, которые необходимы для правильной установки стержня в форму. Они зависят от наибольшей высоты знаков и длины стержня (ГОСТ 3212 – 92).

1)по ГОСТ 3212 – 92 получаем длину горизонтального стержневого знака  $l = 40$  мм. Исходя из конструктивных соображений увеличиваем длину знака до 50 мм. Длина вертикального нижнего стержневого знака  $l = 20$  мм, верхнего  $l = 10$  мм.

2)Уклон на верхнюю часть знака –  $15^0$ ; на нижнюю часть -  $10^0$ ;

3)Боковой нижний зазор между формой и стержнем – 0.4 мм; верхний зазор – 0.4 мм.

## **Выбор формовочной и стержневой смесей. Оборудование для их приготовления.**

*Приготовление формовочных смесей состоит из 3-х этапов:*

- 1) подготовка свежих формовочных материалов
- 2) подготовка отработанной смеси
- 3) приготовление смеси из предварительно приготовленных материалов

Поступающий на склад песок имеет различную влажность, поэтому его предварительно сушат при  $T_{ре} \sim 250 \text{ C}$  и просеивают. Бентонитовую глину также сушат и просеивают. Сушка обычно проводится в барабанных печах. После этого песок и глина в определенных количествах подается в смеситель вместе с отдозированным количеством отработанной смеси.

В данном случае для приготовления формовочной смеси используется чашечный смеситель периодического действия **114М**.

Перемешивание составляющих частей формовочной смеси в таком смесителе производится 2-мя гладкими катками, которые катятся вокруг центрального вертикального вала по слою смешиваемых материалов, загруженных в неподвижную чашу, установленную на 4-х опорах. Катки и отвалы приводятся в движение через траверсу, вертикальный вал и редуктор от электродвигателя. У смесителя регулируются расположение отвалов относительно чаши и катков, зазор между катками и чашей, давление катков на смесь. Выгрузку готовой смеси производят через люк в днище чаши, которая закрывается и открывается с помощью пневмо-гидроцилиндра механизма выгрузки. Для предотвращения износа дно чаши выложено сменными защитными листами.

**Объем замеса:**  $1.25 \text{ м}^3$

Для приготовления стержневой смеси используются бегуны типа **15101**.

Данный смеситель изготавливается в 2-х исполнениях:

- 1) с объемными дозаторами для отработанной смеси
- 2) с весовыми дозаторами

**Объем замеса:**  $0.3 \text{ м}^3$

В качестве формовочной смеси используем единую формовочную смесь, стержневой – холоднотвердеющую смесь.

### **Составы смесей**

#### **Стержневая смесь:**

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1) Наполнитель – кварцевый песок 1К <sub>1</sub> О <sub>2</sub> 02 по ГОСТ 2138-98 | 100%                       |
| 2) Связующее – ОФ-1  | 2.0—2.5%(от массы песка)   |
| 3) Катализатор – бензосульфатная кислота   | 1.2 – 1.4%(от массы песка) |

#### **Формовочная смесь:**

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1) Наполнитель – оборотная смесь   | 92 – 95%(от массы ЕФС) |
| 2) Связующее – бентонитовая глина П2Т <sub>1</sub> по ГОСТ 28177-89  | 5 - 8%(от массы ЕФС)   |
| 3) Специальные добавки для повышения текучести, формуемости и т.д. – уголь гранулированный, крахмалит и т.д. | до 3%(от массы ЕФС)    |
| 4) Вода  |                        |

## Изготовление стержней и форм.

Для налаживания производства данного типа отливок используется комплексная автоматическая литейная линия **ИЛ225**. Она предназначена для изготовления отливок из стали и чугуна в сырых одноразовых формах в условиях массового и крупносерийного производства.

### Техническая характеристика линии ИЛ225:

- 1) Размеры опоки: в свету – 900\*600 мм;  
высота – 200 мм;  
габариты в плане – 1120\*800 мм;
- 2) Производительность цикловая – 240 форм/ч;
- 3) Наибольшее усилие прессования – 2350 кН;
- 4) Давление прессования – до 4 МПа;
- 5) Наибольшая металлоемкость формы – 70 кг;
- 6) Скорость движения опок по роликовым конвейерам – 4 – 6.75 м/мин;
- 7) Скорость охлаждения формы – 30 – 90 мин;
- 8) Число комплектов опок – 100;
- 9) Число комплектов подопочных плит – 90;
- 10) Установленная мощность – 115 кВт;
- 11) Расход формовочной смеси – 75 – 110 м<sup>3</sup>/ч;
- 12) Число операторов – 5;
- 13) Габаритные размеры линии – 65200\*9300\*6855 мм;
- 14) Общая масса линии – 220 т;

*Вся линия разделена на 5 технологических участков:*

- 1) формовка
- 2) сборка форм
- 3) заливка
- 4) охлаждение
- 5) выбивка

*Технологический цикл изготовления отливок на линии разделен на следующие составляющие:*

- 1) формовка нижних и верхних полуформ;
- 2) простановка стержней в нижние полуформы;
- 3) 2-кратная кантовка верхних полуформ;
- 4) сборка форм;
- 5) укладка форм на подопочные плиты;
- 6) прижим собранных полуформ перед заливкой;
- 7) заливка;
- 8) охлаждение форм;
- 9) снятие форм с подопочных плит;
- 10) выдавливание кома из опок;
- 11) выбивка форм;

- 12)разъединение (распаровка) комплекта пустых опок;
- 13)очистка опок;
- 14)подача опок на участок формовки

Все технологические участки соединены между собой посредством приводных и не приводных роликовых конвейеров.

Изготовление форм и стержней осуществляется на формовочном участке линии. Формы на данной линии изготавливаются методом верхнего прессования при нижнем расположении модельного комплекта. Равномерность уплотнения смеси в форме обеспечивается использованием дифференциальной многоплунжерной головки и дополнительной вибрацией. Для данной линии используется автомат формовочный прессовый **В440М1**

#### Технические характеристики автомата В440М1:

- 1)Производительность - 240 полуформ/ч;
- 2)Усилие прессования - 2350 КН;
- 3)Давление прессования – 4 МПа;
- 4)Расход формовочной смеси – 80 м<sup>3</sup>/ч;
- 5)расход сжатого воздуха – 12.5 – 16.5 м<sup>3</sup>/мин;
- 6)Габаритные размеры: длина – 4000 мм;  
ширина – 4000 мм;  
высота – 6625 мм;
- 7)Масса – 38000 кг

Автомат имеет механизм засыпки, состоящий из бункера и питателя, который служит для равномерного распределения смеси по всему объему опоки. Он выполнен в виде сварного короба со встроенным цилиндром, перемещающим питатель на наполнительную рамку. Прессовая дифференциальная головка состоит из верхней и нижней плит и 35 гидроцилиндров.

Работа автомата: Опока с помощью толкателя поступает на наполнительную рамку. Рамка опускается вместе с опокой на модельный комплект. Одновременно происходит обдувание и опрыскивание модели разделительным составом. В комплект питатель при ходе вперед подает и равномерно распределяет формовочную смесь по всему объему. Вернувшись в исходное положение, питатель дает сигнал на включение прессования. С помощью рычажного механизма подвижная плита с дифференциальной головкой опускается и уплотняет смесь. После прессования толкатель пустой опокой выталкивает смесь на рольганг линии.

Для изготовления стержней используется машина стержневая пескодувная 8-мипозиционная автоматическая **4509С**.



**Техническая характеристика машины 4509С:**

- 1) Наибольший объем стержня – 0.58 дм<sup>3</sup>;
- 2) Габаритные размеры ящика:    длина – 600 мм:  
  ширина – 400 мм:  
  высота – 100 мм:
- 3) Цикл производительности – 3 съемы/ч;
- 4) Объем рабочего резервуара – 25 дм<sup>3</sup>;
- 5) Габаритные размеры машины:    длина – 4700 мм;  
  ширина – 3850 мм;  
  высота – 2900 мм;
- 6) Масса – 14000 кг

Механизм надува состоит из резервуара, в который встроены пескострельная гильза, клапаны вдува и выхлопа. Поворотный стол выполнен из 8-мигранной литой тумбы, вращающейся на вертикальной стойке. К каждой грани крепятся кронштейны, на которых размещаются стержневые ящики. Печь состоит из пода и колпака с электронагревательными элементами. Под выполнен из огнеупора, колпак – сварной. Узел разборки и выдачи стержней состоит из следующих механизмов:

- А) подъема верхней половины ящика
- Б) выталкивания стержней из верхней и нижней половин ящика
- В) выдачи стержней на рольганг

Ящик подается на позицию надува I. Одновременно с надувом открывается шиберный затвор, гильза загружается очередной порцией смеси. Поворотный стол подает ящик на позицию II. Эта позиция свободна и может использоваться для замены ящиков.

Позиции III – VII –позиции отверждения стержней.

## Выбор подвода металла и расчет литниковой системы.

При расчете литниковой системы необходимо использовать следующие требования:

- 1) литниковая система должна обеспечивать заполнение формы за оптимальное время с определенной скоростью
- 2) расход металла на литниковую систему должен быть минимальным
- 3) при заданном расходе скорость струи, вытекающей из питателей, должна быть по возможности малой независимо от напора в стояке

Расчет сводится к определению площади наименьшего сечения литниковой системы (стояка или питателя) с последующим определением площадей сечений остальных элементов системы.

Определяем продолжительность заливки по формуле:

$$\tau = S^3 \sqrt{G \cdot \delta} = 1.35^3 \sqrt{3.38 \cdot 20} = 5.5 \text{ с}$$

где  $\tau$  - продолжительность заливки, с;

$S$  - Коэффициент, зависящий от толщины стенки отливки,  $S = 2.2$ ;

$G$  - Суммарная масса отливок в форме с литниковой системой, кг

$\delta$  - Преобладающая толщина стенки отливки, мм

Определяем расчетный статический напор:

$$H_p = H_0 - P^2/2C = 0.2 - 0.035^2/0.072 = 0.191 \text{ м} = 191 \text{ мм}$$

где  $H_p$  - расчетный статический напор, м;

$H_0$  - высота стояка от места подвода расплава в форму, м;

$P$  - расстояние от верхней точки отливки до уровня подвода расплава в форму, м;

$C$  - высота отливки в форме, м

Площадь наименьшего сечения находим по формуле:

$$\Sigma F_{\text{пит}} = G / (\rho \tau \mu \sqrt{2gH_p}) = 27.04 / (7800 \cdot 5.5 \cdot 0.35 \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.191}) = 5.1 \text{ см}^2;$$

$$F_{\text{пит}} = 0.3 \text{ см}^2$$

где  $\mu$  - коэффициент расхода литниковой системы,

$\mu = 0.35$  - для стали

Прибыль рассчитывается по следующей формуле:

$$V_{\text{пр}} = V_0 \beta \varepsilon_V^1 / (1 - \beta \varepsilon_V^1) = 101.6 \cdot 9.5 \cdot 0.04 / (1 - 9.5 \cdot 0.04) = 62.3 \text{ см}^2$$

где  $V_{\text{пр}}$  - объем прибыли, см<sup>3</sup>;

$V_0$  - объем узлов питания отливок, см<sup>3</sup>;

$\beta$  - коэффициент, зависящий от типа и конфигурации прибыли,  $\beta = 9.5$ ;  
 $\varepsilon_V^I$  - коэффициент, зависящий от типа сплава,  $\varepsilon_V^I = 0.04$  - для стали

Площади сечения стояка и шлакоуловителя находим из соотношения:

$$F_{\text{пит}} / F_{\text{шл}} / F_{\text{ст}} = 1 / 1.05 / 1.1$$
$$F_{\text{шл}} = 5.4 \text{ см}^2; F_{\text{ст}} = 5.6 \text{ см}^2; R_{\text{ст}} = 1.3 \text{ см}$$

## Сборка литейной формы.

Сборка литейной формы является заключительной стадией перед заливкой и включает в себя следующие операции:

- 1) установка стержней в нижнюю полуформу;
- 2) накрытие нижней полуформы верхней;
- 3) центрирование 2-х полуформ при помощи направляющего и центрирующего штырей;
- 4) скрепление полуформ при помощи скоб либо струбцин или производят нагружение специальным грузом;

Все выше перечисленные операции на автоматической линии механизированы. Перед сборкой предусматривается также нанесение противопопригарных покрытий на поверхности литейной формы и стержней во избежание образования пригара.

При количестве стержней больше одного производят их нумерацию, после чего устанавливают в нижнюю полуформу в соответствующем порядке. Для устойчивости крупных стержней применяют жеребейки. Перед установкой форм необходимо провести их тщательную очистку. Для обеспечения плотности стыка делают подрезку по контуру плоскости разъема во избежание утечки расплава через зазор. При сборке также производится сушка литейной формы.

## Расчет массы груза.

Во избежание подъема верхней полуформы (в следствие давления столба расплава во время заливки) и утечки расплава по плоскости разъема формы, полуформы в обязательном порядке скрепляют перед заливкой при помощи скоб или струбцин либо нагружают грузом сверху.

Первоначально необходимо определить подъемную силу, возникающую в форме:

$$P = HF\rho_p = 0.2*7800*0.036 = 56.16 \text{ кг}$$

где  $P$  – подъемная сила, кг;

$H$  – высота столба расплава в стояке и литниковой чаше, м;

$\rho_p$  – плотность расплава, кг/м<sup>3</sup>

Определяем массу груза по следующей формуле:

$$G = [P + V_{ст}(\rho_p - \rho_{ст})]k - Q = [56.16 + 0.006(7800 - 1600)]2 - 159.6 = 27.12 \text{ кг}$$

где  $G$  – масса груза, кг;

$V_{ст}$  – объем стержня омываемого расплавом, м<sup>3</sup>;

$\rho_{ст}$  – плотность стержня, кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – коэффициент запаса;

$Q$  – масса верхней полуформы, кг

## Расчет шихты и выбор плавильного агрегата.

Пользуемся аналитическим методом расчета шихты. Плавка стали производится в дуговой электрической печи с кислой футеровкой.

Заданный химический состав стали: C - 0.40%  
Mn - 0.4 - 0.9%  
Si - 0.2 - 0.52%

Угар: C - 10%  
Mn - 10%  
Si - 15%

Обозначим содержание в шихте: C - x%, Mn - y%, Si - z%

Тогда с учетом угара получим:  $x - 0.1x = 0.9x$ ;  $0.9x = 0.40$ ;  $x = 0.5\%$   
 $y - 0.1y = 0.9y$ ;  $0.9y = (0.4 - 0.9)$ ;  $y = 0.44 - 1\%$   
 $z - 0.15z = 0.85z$ ;  $0.85z = (0.2 - 0.52)$ ;  $z = 0.23 - 0.4\%$

Обозначим: A - весовое содержание передельного чугуна, %

B - весовое содержание стального лома, %

40% - весовое содержание возврата

Для определения весового содержания материалов в шихте составим следующие уравнения:

$$1) \quad x \cdot 4.25/100 + y \cdot 0.3/100 + 40 \cdot 0.40/100 = 0.45$$

$$2) \quad x + y + 40 = 100$$

Выразив из 2) x или y и подставив в 1) получим следующие значения:

$$y = 57 \text{ кг}, \quad x = 3 \text{ кг}$$

**Таблица состава шихты**

Металл	Весовое содержание элемента в металле, %			Вес составляющих шихты	Вес элемента, вносимого Данной составляющей		
	C	Mn	Si		C	Mn	Si
передельный чугун	4.25	0.78	1.1	A	x4.25/100	x0.78/100	x1.1/100
стальной лом	0.3	0.6	0.2	B	y0.3/100	y0.6/100	y0.2/100
возврат	0.45	0.6	0.35	40	40*0.45/100	40*0.6/100	40*0.35/100
Всего	5.00	1.98	1.65	100			

В качестве плавильного агрегата используется электрическая дуговая печь. Она обладает следующими преимуществами:

- 1) получение в стали низкого содержания S (0.015% и ниже)
- 2) более полное раскисление и получение низкого содержания неметаллических включений
- 3) более точное регулирование T-ного режима

Данная печь имеет кислую футеровку. Под печи выполнен из магнезитового кирпича.

## Заливка, охлаждение, выбивка, очистка и обрубка отливок

В сталелитейных цехах для заливки средних и крупных форм применяются ковши со стопорным устройством, которое позволяет заливать формы металлом, находящимся в нижней части ковша. Благодаря этому в форму не попадает шлак. Для получения качественного литья и предотвращения выброса металла ковши предварительно сушат. Для полного удаления свободной и связанной влаги футеровку прогревают до Т-ры 750 – 800<sup>0</sup>С и выдерживают в течение 1.5 – 2 ч. На данной линии заливка осуществляется при помощи стопорных ковшей емкостью 300 кг, перемещающихся по монорельсу на механических подвесках. Масса металла, набираемая в ковш, определяется суммарной металлоемкостью форм, заливаемых из одного ковша, с учетом дополнительно набираемого излишка металла для компенсации возможных потерь.

Охлаждение отливок после заливки осуществляется во время перемещение форм по роликовому конвейеру на участок выбивки.

Для выбивки отливок из форм на данной линии используется выбивная транспортирующая решетка типа **31242**.

### Техническая характеристика решетки:

- 1) Грузоподъемность – 2.5 т;
- 2) Размеры полотна: длина – 3150 мм; ширина – 1250 мм;
- 3) Скорость транспортируемых отливок – 8 м/мин;
- 4) Габаритные размеры: длина – 3260 мм; ширина – 2543 мм; высота – 1430 мм;
- 5) Масса – 4000 кг

Рабочее колосниковое полотно выполнено цельносварным и связано с корпусом решетки. Вибровозбудитель имеет 2 неуравновешенных вала, каждый из которых приводится во вращение отдельным электродвигателем. Во время работы происходит самосинхронизация вращающихся валов. Решетка снабжена тиристорным электроприводом, позволяющим плавно регулировать скорость вращения валов.

Для очистки отливок из черных сплавов от пригара и окалины на данной линии используется барабан очистной дробеметный непрерывного действия **42322М**.

### Техническая характеристика барабана:

- 1) Производительность – 10 т/ч;
- 2) Масса очищаемых отливок – 25 кг;
- 3) Наибольшая объемная диагональ – 700 мм;
- 4) Число операторов – 2;
- 5) Габаритные размеры: длина – 7600 мм; ширина – 4500 мм; высота – 7100 мм;
- 6) Масса – 30000 кг



Барaban включает очистной и отделительный барабаны с приводами, дробебетные аппараты, винтовые конвейеры, площадки обслуживания и систему сепарации дроби.

Операции обрубки и зачистки предназначены для удаления питателей, литников и других неровностей на поверхности отливки. В настоящее время эти операции выполняются вручную с помощью пневматических рубильных молотков либо механизированным способом – эксцентриковыми прессами, ленточными и дисковыми пилами, огневой резкой и др. способами.

Эксцентриковые прессы используют для обрезки литников, прибылей, выпоров у отливок из цветных сплавов и ковкого чугуна.

Ленточные пилы позволяют обрезать прибыль и литники у отливок из цветных сплавов.

Станки с дисковой пилой используют для отрезки прибылей на мелких и средних стальных отливках.

## Возможные дефекты и методы их исправления.

Наиболее вероятные дефекты, возникающие в данной конструкции отливки, изготовленной из сплава сталь 45Л, являются следующие:

- 1) *пригар* – дефект в виде трудно отделяемого слоя на поверхности отливки, образовавшегося вследствие физического и химического взаимодействия формовочного материала с металлом и его оксидами;
- 2) *недолив* – это дефект в виде неполного образования отливки вследствие частичного не заполнения полости литейной формы металлом при заливке. Основными причинами возникновения являются низкая Т-ра заливки и жидкотекучесть заливаемого металла.
- 3) *газовая пористость* – дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла. Дефект образуется при высокой газонасыщенности металла, низкой Т-ры заливки.
- 4) нарушение геометрических размеров отливки.

Пригар бывает 3-х видов:

- 1) металлизированный
- 2) термический
- 3) химический

Металлизированный пригар может возникнуть при высокой Т-ре заливки, если форма недостаточно прогрета и при широком интервале кристаллизации.

Термический пригар представляет собой спекшуюся массу формовочной смеси или стержневой смеси. Термический пригарный слой обычно не связан с отливкой, поэтому не представляет большой проблемы.

Химический пригар возникает при взаимодействии оксидов металла, находящегося на поверхности отливки, с формовочным материалом.

Для предотвращения возникновения пригара применяются противопригарные покрытия. При стальном литье используются покрытия на основе огнеупорных ( $1580 - 1770^{\circ}\text{C}$ ), высокоогнеупорных ( $1770 - 2000^{\circ}\text{C}$ ) и высшей огнеупорности ( $>2000^{\circ}\text{C}$ ) наполнителей. К огнеупорным относятся кварцевые материалы и полукислые алюмосиликаты; к высокоогнеупорным – шпинельные, хромитовые и фосфоритовые огнеупоры; к высшей огнеупорности – цирконовые и магнезитовые огнеупоры.

Для предотвращения возникновения недолива необходимо увеличить Т-ру заливки металла. Большое значение имеет правильность конструкции литниковой системы. Нужно обеспечить быстрое заполнение формы без прерывания струи металла. Нежелательно также нанесение на форму большого количества противопригарных покрытий.

Во избежание появления газовой пористости необходимо иметь достаточно газопроницаемую форму для удаления из нее газов. Форма не должна быть слишком влажной, что также способствует возникновению дефекта. Необходимо увеличивать Т-ру заливки.

Нарушение геометрических размеров отливки может наблюдаться в расстоянии между 2-мя ушками кронштейна. Для этого необходимо предусмотреть в конструкции отливки «технологическую стяжку» (ребро). После выбивки на участке обрубки ребро легко удаляют.

К методам исправления дефектов также можно отнести электродуговую и газовую сварки, декоративное исправление различными замазками и пастами, металлизацию, различные пропитки и термическую обработку.

При производстве стальных отливок в обязательном порядке необходимо проведение термообработки. ТО состоит из 2-х режимов:

- 1)Закалка:           нагрев до Т-ры  $880^{\circ}\text{C}$  в течение 40 мин;  
                          выдержка при данной Т-ре в течение 2 ч 20 мин;  
                          охлаждение в течение 20 мин;
  
- 2)Отпуск:           нагрев до Т-ры  $660^{\circ}\text{C}$  в течение 1 ч;  
                          выдержка при данной Т-ре в течение 4 ч;  
                          охлаждение в течение 30 мин;

Процесс ТО способствует снятию литейных напряжений и повышению механических свойств отливки.

## Техника безопасности и экология

В литейных цехах необходимо регулярно производить орошение водой смеси в форме и полов у мест выбивки. При параллельном режиме работы цеха участки выбивки оборудуются отсасывающей вентиляцией. Выбивные решетки площадью более 3 м<sup>2</sup> должны иметь сплошной кожух – укрытие. Участки автоматической выбивки отливок следует заключать в укрытие с вентиляционным отсосом.

На участках, где используются очистные барабаны, нужно соблюдать осторожность при загрузке и выгрузке отливок. При очистке отливок дробью разрешается работать только в спецодежде, предохранительных очках и рукавицах. Участки очистки отливок оборудуются вытяжной вентиляцией, обеспечивающей отсос запыленного воздуха.

На дробеструйных и дробеметных очистных установках должны быть предохранительные устройства, защищающие от ударов летящей дроби. Необходимо обеспечивать хорошее уплотнение загрузочного окна резиной и установить надежные предохранительные щитки для дробеметного колеса.

При обрубке средних и крупных отливок особое внимание уделяют подъемно – транспортным работам. Места работы обрубщиков должны быть огорожены сеткой либо экранами, предотвращающими попадание осколков металла на соседние участки. Деталь при обрубке прочно крепится на верстаках. При обрубке отливок следует работать только в защитных очках, применять исправный инструмент, содержать в исправности предохранительные сетки, щитки, экраны и т.д.,