

**« 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° ; на нижнюю часть - 10° ;

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 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 м^3

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

Составы смесей

Стержневая смесь:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1) Наполнитель – кварцевый песок 1К ₁ О ₂ 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 ₁ 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 м³/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;

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 τ - продолжительность заливки, с;

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

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

δ - 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 μ - коэффициент расхода литниковой системы,

$\mu = 0.35$ - для стали

Прибыль рассчитывается по следующей формуле:

$$V_{\text{пр}} = V_0 \beta \varepsilon_V^L / (1 - \beta \varepsilon_V^L) = 101.6 \cdot 9.5 \cdot 0.04 / (1 - 9.5 \cdot 0.04) = 62.3 \text{ см}^3$$

где $V_{\text{пр}}$ - объем прибыли, см³;

V_0 - объем узлов питания отливок, см³;

β - коэффициент, зависящий от типа и конфигурации прибыли, $\beta = 9.5$;
 ε_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;

ρ_p – плотность расплава, кг/м³

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, м³;

$\rho_{ст}$ – плотность стержня, кг/м³;

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 – 800⁰С 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

Барабан 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 – 1770⁰С), высокоогнеупорных (1770 – 2000⁰С) и высшей огнеупорности (>2000⁰С) 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 880⁰С 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 660⁰С 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 м² 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.,

Технология литейного производства

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Изготовление модельных комплексов

Общие сведения

Оборудование и инструмент

Формовочные материалы и смеси

Общие сведения

Свойства формовочных смесей

Приготовление формовочных и стержневых смесей

Изготовление форм

Общие сведения

Инструмент для ручной формовки

Опоки

Формовка в опоках

Машинная формовка

Литниковые системы

Изготовление стержней

Сборка форм

ВВЕДЕНИЕ

Общие сведения о литейной форме

Отливка получается в результате заполнения полости литейной формы жидким металлом. После заливки жидкий металл охлаждается в форме и затвердевает, образуя отливку.

Последовательность технологического процесса изготовления отливки рассмотрим на примере отливки чугунной втулки 1 По чертежу втулки изготавливают деревянную модель 2.

Модель — это приспособление для получения в форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки. Модели делают из дерева, металла, гипса, пластмассы и других материалов.

Модель втулки состоит из двух половин, которые взаимно центрируются с помощью шипов и гнезд. Отверстие втулки 1 выполняется стержнем 3.

Стержень — это часть литейной формы. Его изготавливают из стержневой смеси, уплотняемой в ящике 4. После извлечения из ящика стержень подвергают сушке в печи. При сборке формы сухой стержень устанавливают стержневыми знаками в соответствующие гнезда формы, полученные с помощью знаков 5 модели 2. Длина стержня больше длины полости отливки на величину знаков.

Литейную форму для втулки собирают из двух полуформ: верхней 6 и нижней 7. Полуформы изготавливают из формовочной смеси, уплотняемой в чугунных или стальных рамках 8, которые называют опоками.

Изготовление литейной формы втулки

На подпочный щиток 9 устанавливают половину модели 2, по которой необходимо получить отпечаток в нижней полуформе, а также опоку 8. Поверхность модели 2 и щитка 9 посыпают или опрыскивают разделительной жидкостью, после чего в опоку насыпают формовочную смесь и уплотняют ее. Излишек формовочной смеси счищают с поверхности уплотненной полуформы, опоку переворачивают на 180 градусов и устанавливают на подпочный щиток 9. Затем на нижнюю половину модели устанавливают верхнюю половину модели, на нижнюю опоку – верхнюю. Вновь посыпают поверхность модели разделительным песком, ставят модели литниковой системы, засыпают формовочную смесь в верхнюю опоку и уплотняют ее.

Снимают верхнюю полуформу, извлекают половины моделей, устанавливают стержень и собирают форму. Для сборки формы опоки имеют специальные втулки 10, в которые входят центрирующие штыри. Жидкий металл при заполнении формы давит на стенки формы, в результате чего верхняя опока может подняться, и тогда по плоскости разъема образуется зазор, через который металл может вытекать из формы. Для предупреждения этого верхнюю полуформу крепят к нижней скобе 12, а иногда ставят на верхнюю опоку груз.

При заливке жидкий металл поступает в полость 13 формы по литниковым каналам. Систему каналов, подводящих металл в форму, называют литниковой. Литниковая система состоит из стояка 14 (вертикального канала), шлакоуловителя 15 и питателя 16, через который металл поступает в полость формы. К литниковой системе относится также выпор 17. Выпор служит для выхода из формы воздуха и газов, а также для контроля заполнения формы металлом.

После затвердевания и охлаждения металла форму разрушают и освобождают отливку от формовочной смеси, отрезают литники и поверхность отливки очищают от формовочной смеси.

Описанную выше литейную форму называют разовой, так как ее используют однократно. Обычно разовые литейные формы изготавливают из формовочных смесей, основной составляющей которых является кварцевый песок. В качестве связующей добавки, придающей прочность смеси, используют глину. Прочность таких смесей относительно невысока, а давление жидкого металла на стенки формы достаточно велико, поэтому формы из песчано-глинистых смесей приходится делать толстостенными. Однако, если в качестве связующего использовать специальные материалы, придающие высокую прочность формовочной смеси, то литейную форму можно сделать оболочковой (тонкостенной). Это позволяет резко сократить расход формовочной смеси, а также благодаря ее особым свойствам повысить точность и чистоту поверхности отливок.

В разовых толстостенных формах из песчано-глинистых смесей можно получать отливки весьма сложной конфигурации массой от нескольких граммов до десятков тонн из различных сплавов как в условиях единичного, так и серийного и массового производства. Это объясняется относительной простотой технологического процесса, дешевизной используемых материалов, достаточной точностью отливок, хорошей чистотой поверхности, возможностями механизации и автоматизации процесса их изготовления.

В литейном производстве применяют также формы, изготавливаемые из специальных высокоогнеупорных масс, например на основе графита. В таких формах можно получать до нескольких десятков отливок без существенного износа формы. Эти формы называются полупостоянными. Их применяют при мелкосерийном производстве отливок из чугуна и цветных сплавов (алюминиевых, медных). Для массового и крупносерийного производства стойкость этих форм недостаточна, а для единичного производства высока стоимость их изготовления.

Широкое применение находят металлические формы, называемые также постоянными. В этих формах можно получать от нескольких десятков до нескольких тысяч отливок из стали, чугуна и цветных сплавов. Отливки могут иметь сложную конфигурацию и массу несколько тонн. Наиболее часто в металлических формах изготавливают отливки малой и средней (до нескольких десятков килограммов) массы из легких цветных сплавов.

Отливки, полученные в металлических формах, имеют чистую поверхность и повышенную точность размеров. Применение постоянных форм позволяет исключить формовочную смесь, улучшить условия труда, механизировать и автоматизировать производство. Однако стоимость металлических форм достаточно высокая, поэтому их применяют в условиях крупносерийного и массового производства отливок.

Технологический процесс изготовления отливок в разовых формах широко распространен в литейном производстве. Он складывается из различных процессов, которые осуществляются в специальных цехах или отделениях литейного цеха.

Технологический процесс изготовления отливки начинается с подготовки модельного комплекта: моделей или модельных плит, модельных щитков, стержневых ящиков, сушильных плит, шаблонов для проверки размеров формы и стержней, кондукторов к шаблонов для контроля правильности установки стержней в форме, опок, штырей и т.д.

Модельный комплект изготавливают в модельном цехе или модельном отделении литейного цеха.

Не менее важным звеном технологической цепи является подготовка материалов для изготовления литейной формы. Формовочными материалами называют материалы, применяемые для изготовления разовых и полупостоянных форм. Это пески, связующие и специальные добавки. Исходные формовочные материалы хранят на складе формовочных материалов в специальных емкостях и бункерах. При поступлении на склад обязательно проверяют соответствие их качества сертификату. Контроль качества формовочных материалов производят в специальных лабораториях.

Процесс изготовления литейных форм называют формовкой. В литейном производстве используют ручную и машинную формовку: в единичном и мелкосерийном производстве – ручную формовку (формы изготавливают обычно по деревянным моделям), в поточно-массовом и серийном производстве – машинную (формы изготавливают на машинах по металлическим моделям).

Стержни получают с помощью ящиков или шаблонов. Готовые стержни сушат в специальных печах (сушилах) для увеличения их прочности, газопроницаемости, а также уменьшения газотворной способности. Стержни перед установкой в форму окрашивают красками, состоящими из огнеупорных материалов: графита, пылевидного кварца, циркона обезжелезенного и др., что необходимо для повышения чистоты поверхности отливки.

Перед сборкой сырые полуформы припыливают (графитом, тальком, древесным углем и др.) и окрашивают для получения чистой поверхности отливки. Если отливка имеет полость, то в форму перед сборкой устанавливают стержень. Затем форму собирают, скрепляют опоки болтами или скобами и подают на заливку жидким металлом.

В качестве исходных материалов для получения жидкого чугуна и стали используют чушковые литейные и переделные чугуны, чугуны и стальной лом. Брикетированную стружку, ферросплавы, топливо и флюсы. Эти исходные материалы называют шихтовыми. Их хранят на складе шихты, где также производят подготовку исходных материалов к плавке: сортировку, дробление до необходимых размеров, шихтовку — взвешивание отдельных порций различных материалов в соответствии с расчетом для получения заданного химического состава металла.

Подготовленную шихту специальными транспортными средствами подают в плавильное отделение для приготовления жидкого металла (плавки металла).

Плавильными печами называют агрегаты, предназначенные для расплавления и перегрева черных и цветных металлов и сплавов. Для плавки чугуна применяют специальные печи-вагранки, электропечи и пламенные печи; для плавки стали—мартеновские печи, конверторы, электропечи, для плавки цветных сплавов — электропечи и пламенные печи.

Расплавленный металл должен быть перегрет в печи до определенной температуры, чтобы он хорошо заполнял литейную форму. После расплавления и перегрева металл сливают из печи в различные ковши и транспортируют на участок заливки форм. Металл, залитый в форму, отдавая теплоту форме, охлаждается и затвердевает.

После охлаждения отливки формы разрушают (выбивают) и отливки извлекают из форм. Выбивку форм производят только после остывания отливки до определенной температуры, так как при высоких температурах сплавы недостаточно прочны и отливка может разрушиться. Выбивку форм осуществляют на специальных установках, расположенных в отделении или на участке выбивки.

Отливки имеют литники, выпоры, иногда заусенцы и заливы металла, их поверхность может быть загрязнена пригоревшей к ней формовочной смесью. Отрезку или обрубку литников, выпоров, заусенцев, очистку поверхности отливок производят в отделении очистки и обрубки отливок специальным инструментом, на дробеструйных и дробеметных установках, в гидравлических, пескогидравлических и очистных барабанах.

После этого отливки поступают в отдел технического контроля (ОТК). Здесь производят контроль отливок: проверяют их размеры и герметичность, наличие внутренних и внешних дефектов (усадочных раковин, газовых раковин, трещин и т.д.), механические свойства и структуру металла. Отливки, имеющие незначительные дефекты, исправляют различными способами: газовой и электрической заваркой, пропиткой различными смолами, нанесением замазки и др.

Очень часто для получения требуемых структуры и механических свойств, снятия внутренних напряжений отливки подвергают термической обработке— нагреву и охлаждению по строго заданным режимам (по времени и температуре) в термических печах. Эта операция производится в термическом отделении литейного цеха. Затем отливки вновь подвергают очистке и контролю.

Принятые ОТК или мастером литейного цеха, отливки отправляют на склад готовых изделий, а оттуда на механическую обработку. Некоторые отливки перед отправкой в механический цех окрашивают, чтобы предотвратить коррозию.

При механической обработке отливкам придается окончательная геометрическая форма, требуемые точность и чистота поверхности, предусмотренные чертежами и техническими условиями на готовую деталь. Это наиболее трудоемкий процесс в машиностроении, так как затраты на механическую обработку составляют 40-60% затрат на изготовление машины. Следовательно, необходимо стремиться получать отливки с минимальными допусками на механическую обработку или такими точными и чистыми, чтобы не требовалась механическая обработка.

Изготовление модельных комплектов

Общие сведения

Для изготовления отливок применяют большое число различных приспособлений, которые называют **литейной оснасткой**. Часть литейной оснастки, включающей все технологические приспособления, необходимые для получения в форме отпечатка модели отливки, называют **модельным комплектом**.

Модельный комплект состоит из моделей отливки и элементов литниково-питающей системы; стержневых ящиков; модельных плит для установки или крепления моделей отливки и литниковой системы; сушильных плит и приспособлений для доводки и контроля форм и стержней.

При формовке кроме модельного комплекта используют опоки и различные приспособления - наполнительные рамки, щитки, штыри, скобы и т.д. Поэтом, с понятием "*формовочный комплект*", т.е. полный комплект оснастки, необходимый для получения разовой формы.

Модельные комплекты изготавливаются рабочими-модельщиками, как правило, высокой квалификации.

Модельный комплект должен удовлетворять следующим основным требованиям: 1) Обеспечивать получение отливки определенной геометрической формы и размеров; 2) Обладать высокой прочностью и долговечностью, т.е. обеспечивать изготовление необходимого числа форм и стержней; 3) Быть технологичным в изготовлении; 4) Обладать минимальной

массой и быть удобным в эксплуатации; 5) Иметь минимальную стоимость с учетом стоимости ремонта; 6) Сохранять точность размеров и прочность в течение определенного времени эксплуатации.

Требуемые точность, прочность и долговечность модельного комплекта зависят от условий производства единичного, серийного, массового. В единичном и мелкосерийном производстве чаще всего используют деревянные модельные комплекты; в массовом и крупносерийном производстве - металлические модельные комплекты, которые хотя и дороже, но значительно долговечнее деревянных.

В серийном производстве во многих случаях успешно применяют модели из пластмасс, например эпоксидных смол, а также из гипса и цемента.

Металлические и пластмассовые модели в течение длительного срока службы сохраняют точность размеров, способствуют получению четкой конфигурации отливки, прочны и долговечны. Однако стоимость изготовления металлических и пластмассовых моделей в 3-5 раз превышает стоимость изготовления деревянных, поэтому их применение должно быть обосновано экономическим расчетом. Правильный, экономически обоснованный выбор материала для модельного комплекта позволяет существенно снизить себестоимость отливок.

Оборудование и инструмент

Оборудование.

Для обработки дерева применяют циркулярные и ленточные пилы, станки: фуговальные, рейсмусовые, фрезерные, шлифовальные, шипорезные.

Циркулярный круглопильный станок используют для продольной и поперечной распиловки досок и брусков.

Ленточный станок применяют для прямолинейной и криволинейной распиловки досок. Пиломатериалы подают вручную под режущую кромку движущегося вертикально замкнутого ленточного полотна. Для безопасной работы ленточное полотно вместе со шкивами ограждают кожухом из металлической сетки.

Фуговальный станок применяют для обработки плоскостей брусков и досок. На плите стола станка находится вал с пластинчатыми ножами, который вращается от электродвигателя. Перемещением плиты стола с помощью винтов устанавливают определенную толщину d срезаемой стружки. Доски на фуговальный станок подают вручную, с прижимом доски к плите.

Рейсмусовый строгальный станок применяют для строгания поверхности доски и для выравнивания ее толщины. Обычно на рейсмусовых станках строгают доски, одна их поверхностей которых обработана на фуговальном станке строгают доски, одна из поверхностей которых обработана на фуговальном станке. Рейсмусовый строгальный станок имеет стол, перемещающийся по вертикали для установки заданной толщины обстругиваемой доски, вал с ножами, вращающийся от электродвигателя. Доска к ножевому валу подается специальными валиками и роликами.

На фрезерных станках обрабатывают криволинейные поверхности деревянных заготовок, особенно для стержневых ящичков, которые имеют большое число криволинейных поверхностей. Фрезерные станки бывают нескольких типов: вертикальные, горизонтальные и копировальные.

Шлифовальный станок применяют для шлифования лентой или шкуркой деревянных заготовок моделей и стержневых ящичков. Шлифовальные станки бывают различных конструкций: ленточные, дисковые и комбинированные.

Токарный станок применяют для обработки заготовок моделей и стержневых ящичков, имеющих форму тел вращения. Заготовку укрепляют в центрах станка на планшайбе или в специальном патроне. Заготовки диаметром 150-300 мм с расположением волокон древесины перпендикулярно оси вращения закрепляют на планшайбе шурупами. Заготовки моделей шкивов, маховиков и других моделей диаметром 3000 мм и более обрабатывают на токарно-лобовых станках.

Для строгания, фрезерования, сверления, шлифования, завинчивания шурупов и т.д. применяют электрифицированный инструмент, значительно облегчающий труд модельщика. Наиболее распространены следующие инструменты: дисковая электропила модели И-78 с редуктором для обрезки заготовок, пропиливания пазов и других работ, ленточная электропила, электрорубанок, электрофрез, электроразвертка, а также инструмент для электрошлифования поверхностей модели.

Мерительный инструмент.

При изготовлении моделей и стержневых ящичков пользуются мерительным инструментом: усадочным метром, угольником, малкой, рейсмусом, циркулем, кронциркулем, нутромером и штангенциркулем.

Усадочным метром измеряют размеры заготовок моделей и стержневых ящичков. Усадочные метры (линейки) изготавливают длиной больше обыкновенного простого метра на величину усадки сплава отливки.

Угольником проверяют прямые углы и размечают перпендикулярные линии на брусках и досках, он состоит из колодки и вставленной в нее под прямым углом тонкой линейки. При пользовании угольником колодку прикладывают к плоскости заготовки, принятой за базу.

Малка, металлическая или деревянная, служит для проверки различных углов и для разметки, состоит из колодки и линейки (пера) , соединенной с колодкой шарнирным винтом.

Рейсмус необходим для проведения параллельных линий на брусках и досках. В колодку рейсмуса вставлены два деревянных или металлических бруска, имеющие на концах металлические шпильки. При работе колодку прижимают к базовой плоскости доски, а каждый брусочек закрепляют на определенном расстоянии то плоскости колодки до металлической шпильки. При перемещении колодки металлическая шпилька наносит на поверхность доски риску.

Кронциркулем измеряют наружные размеры тел вращения, а также толщину изделий, нутромером - диаметры отверстий, углубления и расстояния между отдельными частями модели.

Штангенциркулем размечают окружности больших размеров.

Режущий и строгальный инструмент.

При изготовлении моделей и стержневых ящичков используют строгальный и режущий инструмент: стамески, шерхебели, рубанки, фуганки, цинубели, сверла и приспособления для свертывания.

Плоскими стамесками обрабатывают плоские и выпуклые поверхности. Полукруглыми стамесками вырезают внутренние кривые поверхности. Ключарзами обрабатывают поверхности, которые невозможно обработать обыкновенными стамесками. С помощью долота получают углубления в моделях и стержневых ящиках.

Шерхебель используют для грубой обработки древесины. В прорезь колодки шерхебеля вставляют под углом 45° пластину с лезвием полукруглой формы, закрепленную клином.

Для получения более чистой поверхности применяют одинарные или двойные рубанки.

Рубанками с двойными резцами обрабатывают торцовые и долевые поверхности заготовок.

Плоскости длиной более 300 мм, когда нужно получить плоскую поверхность изделия, строгают фуганком. Устройство фуганка аналогично устройству рубанка.

Формовочные материалы и смеси

Общие сведения

Формовочными материалами называются материалы, применяемые для изготовления литейных форм и стержней. Формовочные материалы разделяют на исходные формовочные материалы, формовочные и стержневые смеси, вспомогательные формовочные составы.

Исходные формовочные материалы делятся на две группы: 1) основные — огнеупорная основа смеси (кварцевый песок и т.д.), связующие материалы (глина, различные смолы, другие связующие вещества); 2) вспомогательные, например различные добавки (уголь, древесная мука, торф и т.д.), придающие формовочной или стержневой смеси определенные свойства.

Формовочные и стержневые смеси готовят из исходных формовочных материалов и из отработанных смесей (смеси, бывшие в употреблении). Состав смесей зависит от назначения, способа формовки, рода заливаемого в форму металла.

Вспомогательные формовочные составы - это материалы (краски, клеи, замазки), необходимые для отделки и исправления форм и стержней.

Свойства формовочных смесей

Для получения качественных форм, стержней и годных отливок формовочные и стержневые смеси должны обладать технологическими свойствами, отвечающими определенным требованиям.

Для хорошего уплотнения формовочной смеси в опоке большое значение имеет *пластичность* смеси - способность деформироваться под действием приложенных внешних усилий или собственной массы, что обеспечивает получение отпечатка модели или заполнение полости стержневого ящика. Пластичность формовочной и стержневой смеси зависит от свойств составляющих смеси и применяемых связующих. Например, смесь с масляным связующим обладает большой пластичностью; песчано-глинистые смеси имеют небольшую пластичность.

Литейная форма должна обладать достаточной *прочностью*, чтобы при сборке, транспортировке и заливке металлом она не разрушалась. Поэтому и формовочная смесь должна обладать определенной прочностью - способностью сопротивляться разрушению под действием нагрузки. Прочность формовочной смеси зависит от зернистости песка, влажности, плотности и от содержания глины или связующих в смеси. С увеличением плотности, уменьшением размера зерен песка, увеличением глиносодержания прочность смеси возрастает.

Сыпучесть смеси влияет на зависание ее в бункерах, на заполнение и равномерность распределения смеси при засыпке в опоку, качество и длительность перемешивания смеси в смесителях. С сыпучестью связана

комкуемость - способность смеси образовывать комки. Сыпучесть и комкуемость зависят от прочности связей песчинок в местах контакта. Начальная (насыпная) плотность смеси повышает равномерность уплотнения формы. Поэтому смесь должна иметь хорошую сыпучесть - минимальную комкуемость.

Большое значение имеет поверхностная прочность - сопротивление поверхностного слоя формы или стержня истиранию. Поверхностная прочность характеризуется *осыпаемостью*.

В процессе заливки и охлаждения отливки стенки формы нагреваются металлом до высоких температур, равных практически температуре металла, поэтому формовочные материалы должны обладать высокой огнеупорностью. Это одно из главных требований, предъявляемых к формовочным материалам.

Огнеупорность - способность смеси сопротивляться размягчению или расплавлению под действием высокой температуры жидкого металла - зависит от огнеупорности составляющих смеси и количественного их соотношения. Чем больше примесей в песке и глине, тем меньше огнеупорность формовочных и стержневых смесей. Чем крупнее песок и чем меньше в нем примесей, пыли и больше кремнезема, тем более огнеупорна смесь.

В процессе заливки формы металлом органические материалы, входящие в состав формовочной смеси (связующие, опилки), сгорают и выделяют газы, влага испаряется и образует большое количество паров. Способность смеси выделять газы при заливке называется *газотворностью*. Она определяется количеством газов, выделяющихся из 1 кг смеси. Образующиеся газы, пары и воздух стремятся выйти из формы через поры формовочной смеси. Поэтому она должна иметь достаточную газопроницаемость.

Газопроницаемость - свойство смеси пропускать через себя газы - зависит от качества и количества глинистых составляющих и кварцевого песка. Чем больше песка в формовочной смеси и чем он крупнее, тем выше газопроницаемость смеси, и наоборот. Газопроницаемость зависит также от формы зерен песка, влажности, наличия пыли, угля, степени уплотнения и т.п. Чем больше пыли в песке, тем меньше газопроницаемость. При быстром газообразовании и недостаточной газопроницаемости смеси давление газа превышает давление залитого металла, и газ стремится выйти из формы не через смесь, а через металл. В этом случае в отливках могут появиться и газовые раковины.

В процессе затвердевания и охлаждения размеры отливки уменьшаются вследствие усадки металла. Однако форма препятствует усадке, в результате в отливке могут возникать напряжения и появляться трещины. Поэтому формовочная смесь должно обладать *податливостью* - способностью сокращаться в объеме и перемещаться под действием усадки отливки.

Высокая прочность и газопроницаемость формовочной смеси обеспечиваются однородностью – равномерным распределением в формовочной смеси составляющих компонентов в результате тщательного перемешивания.

Формовочные и стержневые смеси должны обладать минимальной *прилипаемостью* к модели или стержневому ящику, что зависит от содержания влаги, связующей добавки и ее свойств. Прилипаемость смеси повышается с увеличением количества жидкости в смеси. Сульфитно-спиртовая барда увеличивает прилипаемость смеси, масляные связующие уменьшают ее.

Гигроскопичность—способность формовочной и стержневой смеси поглощать влагу из воздуха - зависит от свойств связующей добавки. Стержни, изготовленные из смесей на сульфитной барде, обладают большой гигроскопичностью. Поэтому собранные формы с такими стержнями нельзя выдерживать перед заливкой металла, в противном случае увеличивается брак по газовым раковинам.

Долговечность - способность смеси сохранять свойства при повторных заливках. Чем долговечнее смесь, тем меньше добавляют в отработанную смесь свежих формовочных материалов при ее переработке. Освобождение отработанной смеси от пыли, введение свежего песка и глины позволяют восстановить свойства смеси.

Выбиваемость — способность стержневой смеси легко удаляться при выбивке ее из охлажденной отливки - зависит от количества песка, глины и вида связующего в стержневых смесях.

Приготовление формовочных и стержневых смесей

Формовочные и стержневые смеси готовят из свежих песчано-глинистых формовочных материалов, добавок и отработанной смеси. В зависимости от массы отливок расход формовочных смесей колеблется от 500 до 1300 кг, а свежих материалов от 500 до 1000 кг на 100 кг годных отливок.

Технологический процесс приготовления формовочных смесей складывается из следующих основных операций: 1) предварительной обработки свежих формовочных материалов и добавок; предварительной обработки отработанной формовочной смеси; 3) приготовления смеси из предварительно подготовленных свежих и отработанных формовочных смесей, добавок и связующих.

Предварительная обработка свежих формовочных материалов включает операции сушки песка, тонкого измельчения каменного угля, просеивания песка и угля. Отработанная смесь перед повторным использованием охлаждается, разрыхляется, подвергается магнитной сепарации и просеивается.

Сушка песка и глины производится в различных печах(трубчатых, вертикальных и горизонтальных) и на плитах. Наиболее распространены вертикальные и горизонтальные сушильные печи. Вертикальные печи применяют для сушки кварцевых и малоглинистых песков. Для жирных же песков и глин их не применяют вследствие налипания материалов на диски и плужки. Широкое применение находят установки для сушки песка в кипящем слое. В механизированных цехах песок и глину сушат в барабанах с водяным охлаждением песка после сушки. Свежий песок сушат при 250°C . Производительность таких сушил от 5 до 20 т/ч и выше.

В последнее время стали применять установки с сушкой песка горячим воздухом. Песок из бункера загружают в трубу, в которую снизу подается воздух, нагретый до $200\text{—}250^{\circ}\text{C}$. Сырой песок увлекается вверх со скоростью $15\text{—}17\text{ м/с}$ и быстро высыхает. Производительность установки может достигать до 15 т/ч сухого песка.

Сухую глину размалывают и просеивают до порошкообразного состояния. Глину размалывают в бегунах или же в шаровых мельницах. Тонкое размельчение глины и каменного угля достигается в шаровых мельницах. Шаровая мельница представляет собой металлический барабан, футерованный стальными плитками с зазорами между ними. Глину или каменный уголь загружают в барабан через воронку. При вращении барабана стальные шары, находящиеся внутри него, размалывают глину или уголь. Размолотый материал проваливается через зазоры между плитками и просеивается через сито. Готовый материал высыпают из барабана. Производительность шаровых мельниц $100\text{—}8000\text{ кг/ч}$.

Вместо сухой глины часто применяют глинистую и глиноугольную эмульсию (раствор глины или глины и угольного порошка в воде) . При использовании эмульсии глину и бентонит можно не сушить и не молоть, в связи с чем отпадает ряд операций по подготовке и транспортировке этих материалов. Глинистая эмульсия должна иметь плотность $1,09\text{—}1,15\text{ г/см}^3$, ее готовят следующим образом: в бак-мешалку с водой загружают глину и перемешивают в течение определенного времени до достижения эмульсией заданной плотности. Готовую эмульсию выпускают через вентиль бака-мешалки.

Глиноугольную эмульсию готовят в баке-концентраторе, в который подают определенное количество глинистой и глиноугольной эмульсии. После наполнения бака-концентратора эмульсию перемешивают до нужной плотности ($1,1\text{--}1,5\text{ г/см}^3$) и затем специальными насосами-дозаторами автоматически подают в бегуны или смесители.

Обработка отработанной формовочной смеси

Отработанная формовочная смесь, выбитая из опок, перед повторным использованием должна быть предварительно переработана. В немеханизированных литейных цехах ее просеивают на обычном сите или на

передвижной смесеприготовительной установке, где происходит отделение металлических частиц и других посторонних примесей. В механизированных цехах отработанная смесь подается из-под выбивной решетки ленточным транспортером в смесеприготовительное отделение. Крупные комки смеси, образующиеся после выбивки форм, обычно разминают гладкими или рифлеными вальцами. Металлические частицы отделяют магнитными сепараторами, установленными на участках передачи отработанной смеси с одного транспортера на другой.

Регенерация (восстановление) заключается в извлечении песка из отработанных смесей и приведении его свойств в соответствие с установленными техническими требованиями на формовочные пески. В зависимости от условий работы цеха регенерацию отработанной смеси производят различными способами: мокрым, электрокоронным и специальным для смесей, приготовленных на жидком стекле.

Мокрый способ регенерации применяют главным образом в цехах, имеющих гидравлические или пескогидравлические установки для очистки отливок. При мокром способе зерна песка с помощью воды отмываются от глины и мелкой пыли, которые потоком воды уносятся в отстойники и далее в отход. Промытый и обеспыленный песок оседает на дно сборника, откуда грейфером подается в сушильную печь, а затем просеивается и используется для приготовления формовочных смесей.

При электрокоронной регенерации отработанная смесь разделяется на частицы разных размеров с помощью высокого напряжения. Песчинки, помещенные в поле электрокоронного разряда, заряжаются отрицательными зарядами. Если электрические силы, действующие на песчинку и притягивающие ее к осадительному электроду, больше силы тяжести, то песчинки оседают на поверхности электрода. Изменяя напряжение на электродах, можно разделять песок, проходящий между ними, по фракциям.

Регенерация формовочных смесей с жидким стеклом осуществляется специальным способом, так как при многократном использовании смеси в ней накапливается более 1—1,3% щелочи, что увеличивает пригар, особенно на чугунных отливках. Во вращающийся барабан установки для регенерации подают одновременно смесь и гальку, которые, пересыпаясь с лопастей на стенки барабана, механически разрушают пленку жидкого стекла на зернах песка. Через регулируемые жалюзи в барабан поступает воздух, отсасываемый вместе с пылью в мокрый пылеуловитель. Затем песок вместе с галькой подают в барабанное сито для отсеивания гальки и крупных зерен с пленками. Годный песок из сита транспортируют на склад.

Приготовление формовочных и стержневых смесей

Очень важными операциями являются увлажнение и перемешивание смеси. Тщательное перемешивание смеси необходимо для равномерного распределения ее составляющих. При перемешивании глина и связующее

обволакивают зерна песка, комья отдельных составляющих разрушаются и равномерно распределяется влага. Хорошо перемешанная смесь обладает максимальной прочностью и газопроницаемостью. Для перемешивания смеси применяют лопастные смесители или бегуны.

Лопастной смеситель - это машина непрерывного действия, он может быть встроен в автоматизированную смесеприготовительную систему. Смеситель часто применяют для приготовления смесей с низким содержанием глины (наполнительных смесей, сыпучих и т.д.) или смесей с жидкими связующими. Смесей с высоким содержанием глины в лопастном смесителе плохо перемешиваются и поэтому обладают низкими технологическими свойствами. Такие смеси обычно готовят в катковых смесителях-бегунах.

Порядок загрузки составляющих смеси. Сначала загружают сухие материалы: песок, глину и отработанную формовочную смесь. Сухую смесь перемешивают примерно 1-3 минуты и затем увлажняют. В случае применения глинистой эмульсии (раствора глины в воде или же глиноугольной эмульсии) влажность регулируют добавлением раствора эмульсии и воды. После увлажнения смесь еще раз перемешивается в течение нескольких минут. Связующие обычно загружают последними. Продолжительность перемешивания составляет для смеси: наполнительной 2-3 мин, 3-5 минут и облицовочной 5—10 мин.

Для быстросохнущих облицовочных смесей особое значение порядок загрузки и продолжительность перемешивания смесей. Обычно быстросохнущие смеси готовят в смешивающих бегунах. При приготовлении этих смесей сначала в бегуны загружают сухие материалы (отработанную смесь, песок, добавки и пр.) и перемешивают в течение 5 минут, затем вводят связующее и воду, все перемешивают еще 7—10 мин. Готовая смесь должна вылежаться перед употреблением в течение нескольких часов для равномерного распределения в ней влаги.

При приготовлении быстросохнущих смесей с жидким стеклом сначала загружают песок, глину и перемешивают 2-3 мин, потом добавляют едкий натр и смесь еще раз перемешивают 3-4 минуты, затем вводят жидкое стекло и опять перемешивают 10—12 минут. После этого добавляют мазут и снова перемешивают в течение 4-5 минут.

Изготовление форм

Общие сведения

Процесс изготовления литейных форм называется формовкой. Он осуществляется в формовочных отделениях литейного цеха. Стержни изготавливают в стержневом отделении и подают на сборке формы в формовочное отделение. Изготовление форм, стержней и сборка формы - наиболее ответственные этапы производства отливок. Более 80% отливок

получают в разовых литейных формах, так как стоимость их изготовления достаточно низкая, вместе с тем в них можно получить практически любую по конфигурации, сложности и массе отливку из наиболее распространенных черных и цветных сплавов.

Применяют следующие способы формовки: 1) в почве и кессонах; 2) в опоках; 3) безопочную; 4) по шаблону; 5) по скелетным моделям и контрольным сечениям; 6) в стержнях; 7) с применением быстротвердеющих смесей.

В зависимости от степени механизации процесса изготовления форм различают три вида формовки: ручную, машинную и автоматическую. На машиностроительных заводах ручную формовку применяют для получения одной отливки или нескольких, например в условиях опытно-экспериментального производства, при изготовлении уникальных отливок, а также для ремонта. Машинную формовку применяют в условиях серийного и массового производства отливок или для автоматизации процесса изготовления форм какой-либо одной отливки (специализированные автоматы).

Инструмент для ручной формовки

При изготовлении и отделке литейных форм применяют разнообразный инструмент. В зависимости от назначения его можно разделить на две группы.

Первая группа - это инструменты, применяемые для наполнения опоки смесью, уплотнения смеси и вентиляции формы (лопаты, сита, трамбовки, ручные и пневматические трамбовки, вентиляционные иглы и т.д.), а также для проверки положения модели в горизонтальной плоскости (уровень или ватерпас)

Вторая группа - это инструменты, предназначенные для извлечения модели из формы и отделки формы (кисти пеньковые и щетки, подъемы резьбовые и винтовые, крюки, молотки, тяжелые и легкие гладилки, крючки с лезвием разных размеров, ланцеты, ложечки, ползки разных профилей).

Опоки

Формы в литейном производстве изготавливают в основном в опоках. Опоками называют жесткие рамки (прямоугольные, квадратные, круглые, фасонные) из чугуна, стали, алюминиевых сплавов, предохраняющие песчаную форму от разрушения во время ее сборки, транспортировки и заливки. Опоки изготавливают из чугуна марок СЧ 15-32, СЧ 18-36 и стали марок 20Л, 25Л и 30Л. Наиболее совершенными считают литые и сварные стальные опоки, так как они прочнее чугунных.

Обычно форму изготавливают в двух опоках - верхней и нижней. Поверхности опок, которые обращены друг к другу при сборке (плоскости

разъема) , строгают, а иногда шлифуют для того, чтобы обеспечить плотность прилегания полуформ.

Для транспортировки и перевертывания опок в процессе формовки (на малых опоках) предусмотрены ручки, на больших (крановых) - цапфы. В стенках опоки делают вентиляционные отверстия для выхода газов, образующихся при заливке формы. Формовочная смесь в опоках больших размеров удерживается ребрами-крестовинами (шпонами) .

Формовка в опоках

В литейном производстве широко распространена формовка в опоках главным образом по разъемным моделям, причем формовку чаще всего осуществляют в двух и реже в трех и более опоках. При формовке в опоках отливки получаются более точные, чем при формовке в почве, так как опоки центрируются при помощи штырей.

Формовка в опоках является более производительной, чем формовка в почве. Применяют несколько способов формовки: 1) в двух опоках; 2) с подрезкой; 3) с фальшивой опокой; 4) с перекидным болваном; 5) в нескольких опоках; 6) по модели с отъемными частями.

Формовка в двух опоках по разъемной модели

Процесс изготовления формы начинают с установки модели или ее половины на модельную плиту. Затем на плиту устанавливают пустую нижнюю опоку и поверхность модели смачивают смесью керосина с мазутом или припыливают мелким песком. После этого через ручное сито просеивают облицовочную смесь. Толщина слоя облицовочной смеси для мелких отливок 15-30 мм, а для крупных 30-40 мм. При формовке крупных отливок с высокими отвесными стенками облицовочную смесь просеивают через сито только для покрытия горизонтальной плоскости модели. Обкладку отвесных стенок производят той же облицовочной смесью. В опоку засыпают наполнительную смесь и ее уплотняют. Для достижения равномерной плотности формы наполнительную смесь засыпают в опоку слоями (57-75 мм) и уплотняют ручной или пневматической трамбовкой. При уплотнении нельзя ударять трамбовкой по модели, так как формовочная смесь в местах удара будет сильно уплотнена и в отливках могут образоваться газовые раковины. Особенно тщательно следует уплотнять смесь в углах и у стенок опоки.

Излишек формовочной смеси после уплотнения сгребают линейкой вровень с кромками опоки и душником прокалывают вентиляционные каналы так, чтобы душник не доходил до модели на 10-15 мм. Затем опоку вместе с модельной плитой поворачивают на 180 ° и устанавливают вторую половину модели.

Чтобы устранить прилипание формовочной смеси верхней полуформы к нижней, плоскость разъема нижней полуформы присыпают сухим разделительным песком. Этот песок сдувают с поверхности модели сжатым

воздухом. Верхнюю опоку ставят на нижнюю и через сито насыпают на модель слой облицовочной смеси, устанавливают модель стояка и насыпают наполнительную смесь. После этого уплотняют смесь. Излишки смеси сгребают и делают наколы душником.

Форму раскрывают и смачивают ее поверхность вблизи модели водой. Для предупреждения ухода жидкого металла из формы при заливке по сырому на плоскости разъема формы делают риски (подрезки) вокруг модели на расстоянии 50-70 мм от нее. При заливке металла в сухие формы и особенно при неудовлетворительном состоянии опок в большинстве случаев на плоскость разъема формы кладут тонкий слой глины, который при спаривании полуформ полностью исключает провал металла их формы. Модели не следует располагать близко к раю опоки; расстояние от модели до стенки опоки должно быть не менее 25-50 мм в зависимости от массы отливки и габаритных размеров опоки.

В модель ввертывают или забивают подъем. Затем ее слегка расталкивают ударами молотка по подъему и извлекают их формы. Так же извлекают модели элементов литниковой системы, стояка, выпора, питателя. Небольшие модели вынимают из формы вручную, а крупные - краном.

Извлечение модели из формы является ответственной операцией, и производить ее нужно очень осторожно, чтобы не разрушить форму. Сильно расталкивать модель не рекомендуется, так как при этом отливки получают с увеличенными размерами и массой.

После извлечения модели поверхность формы отделяют. Поврежденные места формы исправляют гладилками, ложечками, ланцетами и т.д. Некоторые части формы укрепляют шпильками. Отделанную форму, изготовленную по-сырому, перед сборкой присыпают порошкообразным графитом или древесно-угольным порошком. При формовке по-сырому поверхность формы не припыливают, а окрашивают. Формы обычно окрашивают после сушки, когда форма еще не остыла. Иногда формы красят 2 раза: до и после сушки. Затем устанавливают стержень и собирают форму.

Формовка в двух опоках по неразъемной модели

Небольшую крышку получают по деревянной неразъемной модели. Сначала формируют нижнюю опоку. На деревянную плиту устанавливают модель и нижнюю опоку, а затем насыпают формовочную смесь и уплотняют ее. Опоку с плитой переворачивают на 180° , устанавливают верхнюю опоку и

модели литниковой системы, и также насыпают в верхнюю опоку формовочную смесь и уплотняют. После этого поднимают верхнюю полуформу, переворачивают ее на 180° и извлекают модели их формы. Затем форму отделяют, собирают и заливают металлом.

Машинная формовка

Машинную формовку применяют главным образом в серийном и массовом производстве и значительно реже в мелкосерийном и единичном производстве. Машинную формовку осуществляют, как правило, в двух опоках, исключение составляет формовка в стопку и безопочная формовка.

Форма обычно состоит из двух полуформ - верхней и нижней. При изготовлении форм на машинах необходимо иметь модели, модельные плиты, спаренные стальные опоки, штыри. В массовом и крупносерийном производстве применяют металлические модели, в серийном производстве - деревянные модели, укрепленные на координатных плитах. Во всех случаях формовку на машинах осуществляют по моделям, смонтированным на металлических плитах, что повышает точность отливок, а механизация основных операций (уплотнения формы и извлечения модели) полностью освобождает формовщиков от трудоемких ручных операций.

Машинная формовка по сравнению с ручной имеет ряд преимуществ: высокая производительность, точность отливок и, как следствие, меньшие припуски на механическую обработку, равномерность уплотнения формы, возможность выполнения работы формовщиками более низкой квалификации.

Точность размеров отливок при машинной формовке обеспечивается применением более точных (с меньшими уклонами) моделей, заменой операции расталкивания моделей вибрацией при их извлечении из формы, хорошим центрированием опок.

Для машинной формовки используют три типа модельных плит: 1) односторонние - на одной плите смонтирована нижняя часть модели, а на другой - верхняя часть модели; 2) двусторонние - на одной стороне плиты смонтирована модель верха, а на другой - низа (формовка на одной машине); 3) реверсивные - нижнюю и верхнюю опоки формуют на одной плите, а при сборке верхнюю опоку поворачивают на 180° .

Постоянное крепление моделей к плитам используют в массовом и крупносерийном производстве. Сборные модельные плиты, состоящие из вкладышей с моделями, применяют в мелкосерийном производстве; координатные модельные плиты - в единичном и мелкосерийном производстве. Координатные плиты имеют отверстия для установки модели и определения правильности ее положения. Отверстие на плите обозначают шифром, состоящим из буквы и цифры. С помощью этого шифра устанавливают модели на плите.

Технологический процесс изготовления литейных форм на машинах складывается из ряда операций.

Основные операции - уплотнение формовочной смеси в опоке и извлечение модели из формы определяют качество будущей отливки: наличие в ней засоров, газовых раковин, трещин; правильность геометрии; чистоту поверхности.

Вспомогательные и транспортные операции - установка пустой опоки на машину, опрыскивание и обдувка модельной плиты, засыпка формовочной смеси в опоку, транспортировка готовых форм - выполняются специальными вспомогательными и транспортными механизмами машины.

В зависимости от степени механизации вспомогательных и транспортных операций различают: 1) механизированную формовку, когда рабочий вручную управляет работой механизмов, выполняющих основные, вспомогательные и транспортные операции, и 2) автоматическую формовку, когда работой механизмов управляет машина.

Наиболее трудоемкими и ответственными являются операции уплотнения литейной формы и извлечения модели.

Существует несколько способов уплотнения формовочных смесей на машинах: прессованием, прессованием с вибрацией, встряхиванием, встряхиванием с подпрессовкой, пескометом, прессово-пескодувный.

Литниковые системы

Одним их важнейших условий получения качественной отливки является правильное устройство литниковой системы. *Литниковая система* служит для плавного подвода жидкого сплава в полость литейной формы и питания отливок в процессе кристаллизации. Место подвода сплава к отливке во многом определяет ее плотность, внешний вид и образование различных литейных пороков. Выбор литниковой системы, обеспечивающей получение отливок хорошего качества, является наиболее сложной частью литейной технологии. Поэтому формовщик, мастер и технолог при выборе литниковой системы должны учитывать особенности литейной технологии.

Правильно построенная литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям: 1) обеспечивать хорошее заполнение формы металлом и питание отливки в процессе ее затвердевания; 2) способствовать получению отливки с точными размерами, без поверхностных дефектов (засоров, ужимин, шлаковых включений и др.) ; 3) способствовать направленному затвердеванию отливки; 4) расход металла на литниковую систему должен быть минимальным.

Литниковая воронка для мелких отливок и *литниковая чаша-резервуар* для крупных отливок предназначены для приема струи металла, вытекающего из ковша, и задержания шлака, попадающего вместе с металлом в чашу. При полной до краев чаше в стояк поступает чистый металл, а легкий шлак находится наверху. Кроме того, обеспечивается непрерывная подача металла в форму при одном и том же напоре. Для задержания шлака отверстия стояков иногда закрывают чугунными пробками, тонкими жестяными пластинками. Пробки открывают после того, как вся чаша заполнится металлом, пластинки же расплавляются горячим металлом. Форму необходимо заполнять металлом по возможности быстро, при этом металл должен иметь достаточную температуру.

Во время заливки металла литниковая чаша обязательно должна быть полной. При недостаточно большой глубине металла в чаше образуется воронка, через которую воздух и шлак, плавающий на поверхности металла, могут попасть в стояк и затем в отливку. Для мелких отливок, особенно в условиях массового производства, шлак в чаше задерживают фильтровальными сетками, которые изготавливают из стержневой смеси.

Стояк - вертикальный канал, передающий металл из воронки к другим элементам литниковой системы. Его выполняют несколько суживающимся книзу для удобства формовки и обеспечения гидравлического напора в литниковой системе. Конусность стояка 2-4%. При изготовлении крупных отливок стояк и другие элементы литниковой системы часто выполняют из стандартных шамотных трубок-кирпичей.

Шлакоуловитель служит для задержания шлака и передачи из стояка металла, свободного от шлака, к питателям; располагается в горизонтальной плоскости. Обычно шлакоуловитель выполняют в верхней полуформе, а питатели - в нижней. Поперечное сечение шлакоуловителей делают трапецеидальным. В процессе заполнения формы металлом для лучшего задержания шлака шлакоуловитель должен быть обязательно заполнен металлом. Это обеспечивается соответствующим соотношением сечений стояка, шлакоуловителя и питателя. Если расход металла через стояк больше расхода через питатели, то шлакоуловитель заполняется металлом и шлак, всплывая, задерживается в нем. Если расход через стояк меньше расхода через питатели, то шлакоуловитель будет незаполненным и шлак попадает в отливку. Таким образом, для задержания шлака сечение стояка должно быть больше

сечения шлакоуловителя, а сечение шлакоуловителя больше суммарного сечения питателей. Такую литниковую систему называют запертой.

Питатели (литники) - это каналы для подачи жидкого металла непосредственно в полость формы. Сечение питателей должно быть такой конфигурации, чтобы металл плавно поступал в полость формы, мало охлаждался на пути от шлакоуловителя к отливке, а после затвердевания ее питатели легко отламывались от отливки. Практикой установлено, что наилучшая конфигурация поперечного сечения питателей - трапеция с переходом в широкий прямоугольник в месте сопряжения с отливкой. Для лучшего отделения питателей от отливок, в случае если толщина ее тела меньше полуторной высоты питателя в месте его подвода к отливке, на питателях на расстоянии 2-2,5 мм от отливки делают пережим.

Выпоры служат для вывода газов из полости формы и для питания отливки. Они же уменьшают динамическое давление металла на форму и сигнализируют о конце заливки. В зависимости от величины формы ставят один или несколько выпоров. Сечение выпора в основании обычно составляет $1/2$ - $1/4$ сечения стенки отливки. Выше основания сечение выпора увеличивается.

К числу элементов литниковой системы, обеспечивающих питание отливки жидким металлом в процессе ее затвердевания, относятся питающие выпоры и прибыли.

Прибыли и питающие выпоры применяют для отливок из белого низкоуглеродистого, высокопрочного чугуна, а также для толстостенных отливок из серого чугуна. Они служат для питания утолщенных мест отливки, застывающих последними. Прибыли располагают так, чтобы металл в них застывал последним. Толщина прибыли должна быть больше толщины того места отливки, над которым ее ставят. Прибыли больших размеров экономически невыгодны, так как увеличиваются расход металла на прибыли и себестоимость обливок.

При конструировании прибылей необходимо руководствоваться следующими правилами: Прибыль должна затвердевать позже питаемого узла отливки.

Размеры прибыли должны быть достаточными, чтобы компенсировать усадку отливок.

Высота прибыли должна быть такой, чтобы вся усадочная раковина разместилась выше шейки прибыли - места соединения с отливкой. Шейка должна быть возможно короткой и так же, как прибыль застывать после отливки. Если отливка имеет несколько утолщенных мест, разделенных тонкими стенками, то у каждого утолщения необходимо ставить отдельную прибыль.

Наиболее часто прибегают к применению при изготовлении отливок из стали и цветных сплавов.

Изготовление стержней

Стержни применяют в основном для выполнения в отливках отверстий и полостей, а также наружных поверхностей отливок сложной конфигурации.

При заливке формы стержни обычно бывают со всех сторон окружены жидким металлом. Поэтому они должны обладать высокой газопроницаемостью, прочностью, податливостью, выбиваемостью, что обеспечивается выбором соответствующей стержневой смеси и конструкцией стержня.

Стержни делят на пять классов по геометрическим размерам, конфигурации, условиям работы в литейной форме и требованиям к качеству литой поверхности.

I класс – стержни сложной конфигурации, ажурные, имеющие малые знаки, образующие в отливках необрабатываемые полости, к чистоте которых предъявляют высокие требования, например стержни ленточного типа для отливок корпусов двигателей внутреннего сгорания.

II класс – стержни сложной конфигурации, имеющие наряду с массивными частями тонкие выступы, перемычки. Они образуют в отливке полностью или частично обрабатываемые поверхности.

III класс – стержни средней сложности с массивными знаками, не имеющими особо тонких частей, но выполняющие в отливках полости, к чистоте поверхности которых предъявляют повышенные требования.

IV класс – стержни простой конфигурации, образующие в отливках обрабатываемые и необрабатываемые поверхности, к чистоте которых особых требований не предъявляется.

V класс – массивные стержни, образующие большие полости в крупных отливках.

Смесь для стержней I класса должна обладать высокой прочностью, поверхностной твердостью, высокой пластичностью во влажном состоянии, минимальной газотворностью, хорошей податливостью и выбиваемостью.

Смесь для стержней II класса должна удовлетворять тем же самым требованиям, но быть более прочной во влажном состоянии, чтобы массивные и высокие части стержня не разрушались под собственной массой.

Смесь для стержней III класса должна иметь высокую прочность во влажном состоянии, хорошую податливость и выбиваемость.

Смесь для стержней IV и V классов должны иметь высокую прочность во влажном состоянии, хорошую податливость и выбиваемость.

Стержни получают в ящиках вручную или на машинах с помощью тех же приемов, что и при формовке. Отделение литейного цеха, в котором изготавливают стержни, называют стержневым.

Сборка форм

Сборка формы является ответственным процессом, требующим внимания и аккуратности. Сборка включает операции: подготовки полуформ и стержней, установки стержней (обычно в нижнюю полуформу), контроля положения стержней, накрытия нижней полуформы верхней, установки выпорных и литниковых чаш, скрепления полуформ или их нагружения.

Полуформы и стержни, поступившие на сборку, тщательно осматривают; к сборке не допускаются стержни и полуформы, имеющие какие-либо повреждения или дефекты. Перед сборкой полость формы продувают сжатым воздухом, для того чтобы удалить из нее частицы смеси или инородные тела.

Стержни устанавливают в форму в последовательности, указанной на сборочном чертеже или в технологической карте. При этом необходимо следить за тем, чтобы знаки стержней точно становились в отпечатки знаков модели. Если знак стержня почему-либо не подходит к своему гнезду в форме, то подгонка его опилением не допускается. Только в исключительных случаях, в условиях единичного или мелкосерийного производства, допускается подгонка знаков стержня по специальным контрольным шаблонам. Положение каждого стержня относительно формы и других стержней проверяют контрольными шаблонами, а в поточно-массовом производстве - кондукторами.

Размеры тела отливки, образованные стержнями и формой или только стержнями, проверяют толщиномерами. В условиях единичного производства при сборке сложных форм используют контрольное перекрытие формы, если толщину тела отливки образуемую формой и стержнями, нельзя проверить контрольным или измерительным инструментом. Перед контрольным перекрытием на поверхность формы или стержней в необходимых местах устанавливают куски глины - "мушки". Затем делают контрольное перекрытие формы, в процессе которого куски глины сжимаются до толщины просвета между формой и стержнем, что должно соответствовать толщине тела отливки. После раскрытия формы "мушки" вынимают, измеряют их толщину и таким образом определяют возможную толщину стенки отливки.

Обычно стержни устанавливают в нижнюю полуформу на знаках, однако иногда, в условиях единичного производства, стержень крепят в верхней полуформе. Эта операция должна быть выполнена особенно тщательно, так как

недостаточно надежное крепление стержня может привести к отрыву его от формы при сборке, поломке формы и стержня и даже к несчастным случаям.

В отдельных случаях для большей устойчивости стержня в форме при ее заливке металлом стержень устанавливают на жеребейки - жесткие металлические опоры. Высота жеребейки соответствует толщине тела отливки. Сплав для изготовления жеребейки обычно выбирают в соответствии с заливаемым в форму сплавом. При литье чугуна или стали жеребейки изготавливают из белой жести, низкоуглеродистой стали.

Поверхность жеребеек должна быть чистой, без следов ржавчины, влаги и масла. При подготовке жеребейки пескоструят, часто окрашивают алюминиевой краской, иногда лудят. Чистые жеребейки хорошо свариваются с основным металлом отливки и не вызывают образования раковин или других несплошностей. Однако для отливок, работающих под давлением жидкости или газа, применять жеребейки нежелательно, а иногда недопустимо.