

521.7
А 16

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

СПРАВОЧНИК

МОЛОДОГО

ЛИТЕЙЩИКА

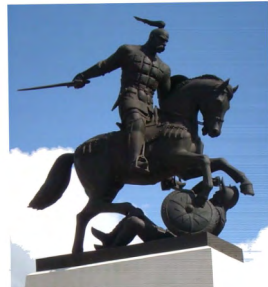
Г. Г. АБРАМОВ

СПРАВОЧНИК

МОЛОДОГО

ЛИТЕЙЩИКА

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1983

ББК 34.61
А 16
УДК 621.74

Справочник рекомендован к изданию Государственным комитетом СССР
по профессионально-техническому образованию

Рецензент — канд. техн. наук Н. Н. Канунников (НАТИ)

Абрамов Г. Г.

А 16 Справочник молодого литейщика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1983. — 207 с., ил. — (Профтехобразование. Литейное производство).

70 к.

Рассмотрены сведения о производстве отливок из стали, чугуна и цветных металлов способом литья в песчаные формы; приведены справочные данные о песках, глинах, смесях и других формовочных материалах; даны технические характеристики широко применяемого в литейном производстве оборудования.

Второе издание дополнено и переработано с учетом достижений в области литейного производства и требований учебных программ для подготовки молодых рабочих.

Справочник предназначен для учащихся и преподавателей учебных заведений профтехобразования и молодых рабочих.

А 2704020000—142
052(01)—83 36—83

6П4.1
ББК 34.61

ПРЕДИСЛОВИЕ

На основе достижений техники и технологии отечественное литейное производство достигло высоких количественных и качественных показателей. Решениями XXVI съезда КПСС предусматривается существенно увеличить в одиннадцатой пятилетке производство систем машин и оборудования, автоматических манипуляторов с программным управлением, позволяющих исключить применение ручного малоквалифицированного и монотонного труда, особенно в тяжелых и вредных для человека условиях.

В настоящее время в цехах литейных предприятий:

изготавливаются различной сложности отливки из разнообразных сплавов, в том числе из высокопрочных конструкционных, жаростойких, кислотоупорных и др.;

используются комбинированные плавильные процессы, автоматизированные плавильные установки, усовершенствованные вагранки, индукционные печи, работающие на токах разной частоты, агрегаты непрерывной плавки стали, электронно-вычислительные устройства для набора шихты, системы автоматической заливки форм;

внедрены производительные формовочные машины, автоматические формовочные и стержневые линии, механизированные выбивные, а также гидравлические и электрогидравлические очистные установки;

применяются передовые технологические процессы изготовления форм и стержней с использованием смол холодного и горячего твердения и др.;

продолжаются работы по увеличению выпуска тонкостенных отливок и отливок с минимальными припусками, а также отливок с проливными каналами, работающих в условиях высоких гидравлических давлений, увеличивается выпуск отливок с государственным Знаком качества;

предусматривается освоение высокопроизводительного и высокоэффективного оборудования для регенерации смесей. Это позволит большинству заводов резко сократить расход свежих песков.

Наряду с повышением технического уровня литейного производства постоянно возрастают и требования к подготовке молодых рабочих-литейщиков различных профессий: модельщиков, формовщиков, стерженщиков, обрубщиков и др. Квалифицированный рабочий должен обладать техническими знаниями и уметь применять их на производстве.

Настоящий справочник написан на основе учебных программ для подготовки рабочих-литейщиков в системе профессионально-технического образования. Материал расположен в порядке разработки и осуществления технологического процесса производства отливок. Сначала приведены сведения, непосредственно регламентирующие процесс разработки литейной технологии, затем те, которые освещают основные этапы изготовления отливок. Завершают справочник сведения о техническом контроле и дефектах отливок.

В справочнике приведены сведения о новых материалах, процессах и оборудовании. В нем отражены технологические процессы изготовления отливок с использованием холоднотвердеющих и наливных смесей, описано современное оборудование, в том числе и автоматическое, для изготовления форм, стержней, очистки и отделки отливок. Материал справочника окажет большую практическую пользу учащимся и преподавателям учебных заведений профтехобразования и будет полезен для повышения квалификации кадровых рабочих предприятия.

Автор

ГЛАВА I

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА

§ 1. Организация технологической подготовки производства

Прежде чем приступить к непосредственному изготовлению отливок, производят подготовительные работы в определенной последовательности, связанные с оформлением заказа и разработкой необходимой для производства документации, нормированием работ по технологическим переделам производства, проектированием и изготовлением специальной технологической оснастки, приспособлений, инструмента для работы и контроля, если это требуют условия выполнения заказа (рис. 1).

§ 2. Основные условия оформления заказа и технологическая разработка

Изготовление отливок начинают с разработки литейной технологии, предварительно решив вопрос о возможности выполнения заказа на предприятии в зависимости от массы, габаритных размеров, серийности, назначения литой детали и т. д.

В табл. 1, 2, 3 приведены данные для первоначального рассмотрения условий заказа на изготовление отливок из черных сплавов.

1. Классификация отливок по весовым группам

Весовая группа	Характеристика размеров	Масса, кг
I	Мелкие	≤ 100
II	Средние	101—1000
III	Крупные	1001—5000
IV	Очень крупные	≤ 5001

2. Классификация отливок по назначению

Назначение	Характеристика
Отливки неответственного назначения	Отливки деталей, не рассчитываемых на прочность. Конфигурация и размеры отливок определяются конструктивными и технологическими соображениями
Отливки ответственного назначения	Отливки деталей, испытываемых на прочность, работающих при статических нагрузках, а также в условиях трения скольжения
Отливки особо ответственного назначения	Отливки деталей, испытываемых на прочность и эксплуатируемых в условиях динамических и знакопеременных нагрузок

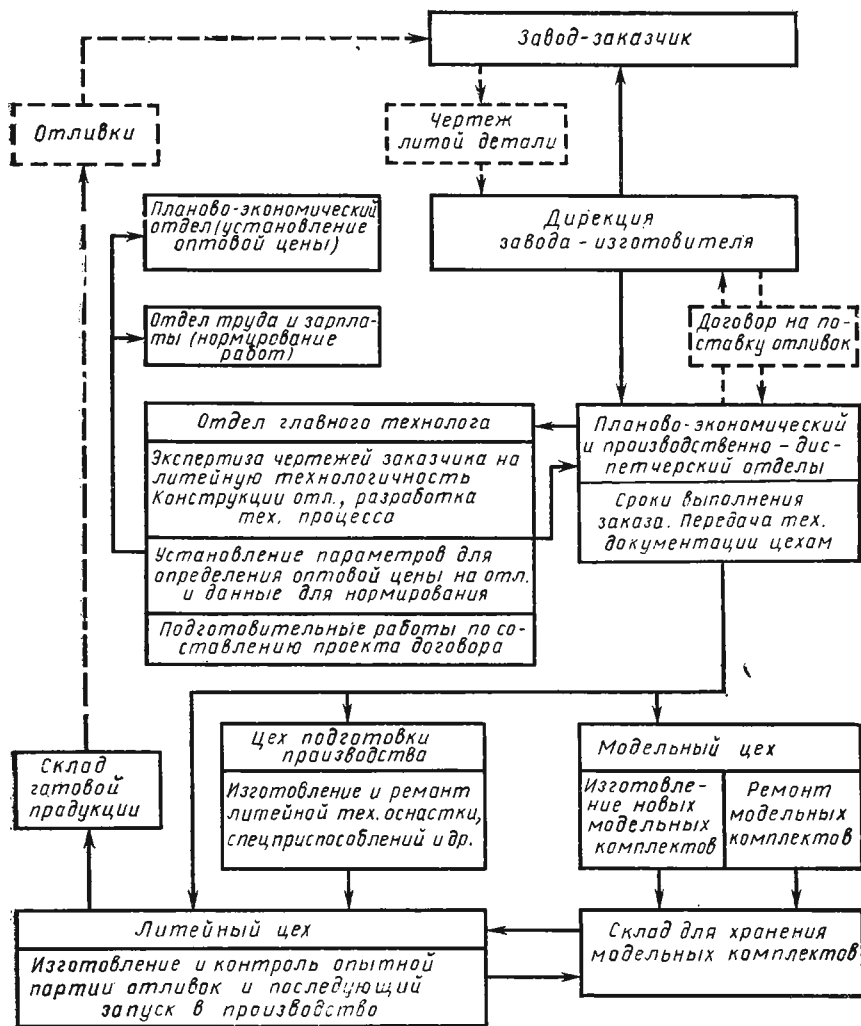


Рис. 1. Схема организации технологической подготовки производства при централизованном изготовлении отливок

3. Серийность отливок в зависимости от их массы и весовых групп

Весовая группа	Масса отливки, кг	Годовой выпуск отливок одного наименования (серийность) для различных типов производства, шт.				
		единичного	мелкосерийного	серийного	крупносерийного	массового
I	< 20	< 300	300—3000	3000—35 000	35 000—200 000	> 200 000
	21—100	< 150	150—2000	2000—15 000	15 000—100 000	> 100 000
II	101—500	< 75	75—1000	1000—6000	6000—40 000	> 40 000
	501—1000	< 50	50—600	600—3000	3000—20 000	> 20 000
III	1001—5000	< 20	20—100	100—300	300—4000	> 4 000
IV	5001—10 000	< 10	10—50	50—150	150—1000	> 1 000
	> 10 001	< 5	5—25	25—75	> 75	—

После того как установлено, что заказ может быть выполнен, приступают к разработке литейной технологии. Технологическая разработка имеет целью обеспечить работающих на всех стадиях изготовления отливки технической информацией — чертежами, технологическими картами, эскизами и т. д. Такая информация содержит конкретные указания исполнителям по использованию материальных, технологических, технических средств и безопасности проведения работ.

Техническую документацию, определяющую технологию изготовления конкретной отливки, разрабатывают, как правило, в отделе главного технолога завода (ОГТ) или в технологическом бюро цеха. При разработке технологии используют нормативно-техническую документацию: ГОСТы (Государственные стандарты), ТУ (технические условия), технологические инструкции, нормалы предприятия и отраслевые регламенты.

§ 3. Этапы проектирования литейной технологии

При разработке литейной технологии решаются определенные и последовательные задачи производства. Выбранная технология должна использовать процессы обработки, соответствующие современному уровню техники и технологии, обеспечивать эффективность работы предприятия, выпуск высококачественной продукции и безопасность проведения работ на всех этапах производства отливок. Для достижения этого широко используют метод последовательного типового проектирования технологических процессов, основные этапы которого приведены в табл. 4.

4. Последовательность разработки технологического процесса

Этап проектирования	Задача производства
Установление оптимального объема технологической документации	Обеспечить безошибочное и в наименьшие сроки выполнение заказа, а также оперативное решение вопросов производства

Этап проектирования	Задача производства
<p>Анализ на литейную технологичность конструкции литейной заготовки и заданных технических условий</p>	<p>Обеспечить количественное и качественное выполнение заказа с наименьшими затратами, безопасность и удобство выполнения работ на всех этапах изготовления отливки</p>
<p>Выбор способа формовки и вида литейной формы, установление места плоскости разъема, количества и границ стержней</p>	<p>Наиболее полно использовать возможности оборудования и преимущества выбранного техпроцесса, достичь высоких технико-экономических показателей, получить качественные литые заготовки</p>
<p>Определение состава шихты</p>	<p>Обеспечить требованья заказа по качеству металла</p>
<p>Установление места подвода расплава и выбор конструкции литниковой системы</p>	<p>Изготовить литые заготовки высокого качества</p>
<p>Назначение технологических припусков, а также припусков на механическую обработку по установленному классу точности изготовления отливки</p>	<p>Получить требуемую шероховатость и геометрическую точность поверхностей отливки, подвергаемой механической обработке</p>
<p>Выбор и назначение формовочных и стержневых смесей, припылов, красок и т. д.</p>	<p>Получить литые заготовки высокого качества</p>
<p>Выбор и назначение литейной технологической оснастки</p>	<p>Использовать оптимальные типоразмеры литейной оснастки, наиболее производительное оборудование, снизить расход основных и вспомогательных материалов</p>
<p>Выбор и конструирование мерительных приспособлений для контроля технологического процесса отливок</p>	<p>Повысить геометрическую точность отливки</p>
<p>Назначение материала, класса прочности и выбор конструкции модельного комплекта</p>	<p>Снизить стоимость модельных комплектов, повысить размерную точность отливок</p>
<p>Назначение группы сложности отливки (по преysкуранту 25—01)</p>	<p>Для определения оптовой цены на отливку</p>
<p>Расчет и установление данных для нормирования работ</p>	<p>Определение норм и расценок для выполнения работ по изготовлению отливок</p>

§ 4. Требования к технической документации

При составлении рабочих чертежей учитывают требования технических условий, отражают их в технической документации, учитывают возможности и специфику производства, соблюдают правила Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к оформлению технической документации заключаются в следующем:

- разработка чертежей должна выполняться с учетом требований литейной технологии;
- объем технической документации, выдаваемой в производство, должен учитывать серийность заказа (табл. 5);
- технические условия на отливку и обработанную деталь необходимо указывать на чертежах раздельно;
- рабочие чертежи для отливок размером свыше 300 мм должны иметь удобные места для маркировки или простановки даты;
- на проекциях чертежей необходимо обозначать подвергаемые гидронспыта-

ниям камеры с указанием уровня в них жидкости, указывать места проверки твердости и микроструктуры металла, а также места сопряжения литой детали с другими деталями;

светокопии рабочих чертежей должны быть выполнены четко на светлой бумаге, а их графические изображения иметь достаточные промежутки между проекциями для нанесения на них элементов литейной технологии;

на копии рабочего чертежа детали должны быть нанесены литниково-выпорная система, прибыли, места установки холодильников, окна или специальные приспособления для перемещения отливок, технологические стяжки для увеличения жесткости модели или отливки и другие элементы литейной технологии (см. табл. 6);

при нанесении на копию чертежа детали элементов литейной технологии необходимо пользоваться нормативно-технической документацией (табл. 6) и соблюдать правила выполнения чертежей литейной формы и отливки (табл. 7, 8).

5. Объем технической документации для различных типов производства

Документ	Тип производства		
	серийное и крупносерийное	мелкосерийное	единичное
Чертеж детали (синька) с нанесенными элементами литейной технологии	+	+	+
Технологическая карта	+	+	+
Монтажные эскизы для верхней и нижней частей модели с указанием размеров и расположения литниковой системы и выпоров	+	+	+
Чертежи металлических моделей, стержневых ящиков, фальшивок	+	—	—
Чертежи собранной формы в разрезе и плане	+	—	—
Чертежи шаблонов для изготовления и контроля отливок, стержней, форм и сборки форм	+	+	+
Чертежи холодильников, скоб, цапф для перемещения отливок. Чертежи моделей каркасов и оправок	+	+	+

Примечание. Знак «+» указывает на необходимость разработки технологического документа.

6. Нормативно-техническая документация на элементы литейной формы и отливки

Элемент литейной формы	ГОСТ, нормаль
Разъем формы (модели) в основных проекциях (положение при формовке и заливке)	ГОСТ 2.423—73
Величина припусков на механическую обработку, технологические припуски для питания отливок	ГОСТ 2.423—73
Формовочные уклоны	ГОСТ 3212—80
Границы стержней с условной штриховкой по контуру каждого стержня и порядковыми номерами во всех проекциях	ГОСТ 2.423—73
Размеры и уклоны знаков, величина зазоров, фиксаторов и метки стержней	ГОСТ 3606—80

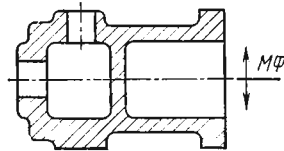
Элемент литейной формы	Гост, нормаь
Вывод газов из стержней, плоскость набивки стержней Объемные части на модели Фальшивки, места подрезки Специальные приливы для определения микро-структуры отливок станков	ГОСТ 2.423—73 ГОСТ 2.423—73; МН 2041—61; МН 3527—62 ГОСТ 2.423—73 ОСТ 2МТ21-2—76 для отливок I и II классов

7. Условные графические обозначения элементов литейной технологии (ГОСТ 2.423—73)

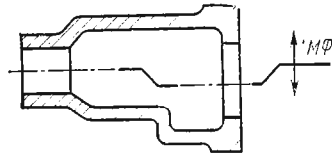
Правило выполнения условных обозначений	Графическое изображение
---	-------------------------

Обозначения разъемов и положения модели, формы

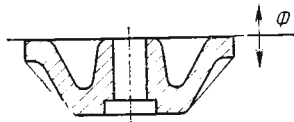
1. Прямую плоскость разъема модели и формы изображают на чертеже прямым отрезком основной линии, над которым проставляют буквенное обозначение разъема — МФ. Направление разъема изображают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линией разъема



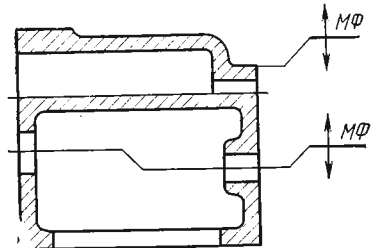
2. Ломаную плоскость разъема модели и формы изображают на чертеже ломаным отрезком основной линии, над которым проставляют буквенное обозначение разъема — МФ. Направление разъема изображают так же, как и при прямом разъеме (см. п. 1)



3. То же, что в п. 1,2, но при использовании неразъемной модели указывают только буквенное обозначение прямого (или ломаного) разъема — Ф



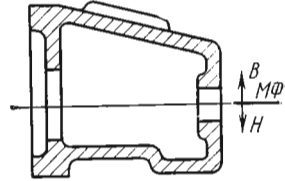
4. То же, что в п. 1,2, но при нескольких разъемах модели и формы каждый разъем прямой (или ломаный) изображают отдельно



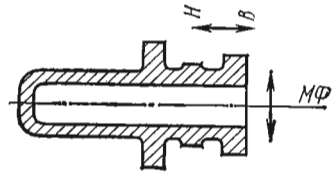
Правило выполнения условных обозначений

Графическое изображение

5. Положение отливки в форме обозначают буквами *B* (верх), *H* (низ). Буквы проставляют у стрелок, указывающих направление разреза модели и формы

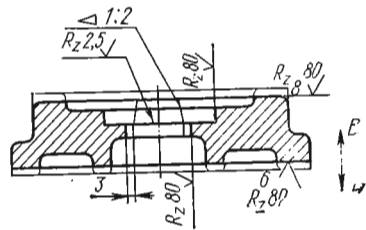


6. Если литейная форма формируется в горизонтальном положении, а заливается в вертикальном, то буквенные обозначения верха и низа у стрелок разреза модели и формы не ставят. Параллельно направлению заливки проводят отрезок основной линии, у стрелок которой проставляют обозначение верха (*B*) и низа (*H*)

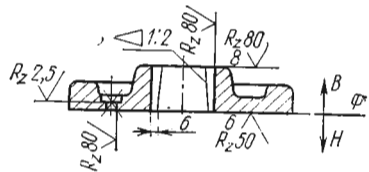


Изображение припусков

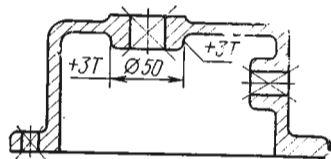
7. Припуск на механическую обработку изображают сплошной тонкой линией. Величину припуска указывают цифрой перед знаком шероховатости детали или величиной уклона и линейными размерами



8. При несложных отливках припуск на механическую обработку не изображают, а указывают только его величину. Отверстия, впадины и т. п., не выполняемые литьем, зачеркивают сплошной тонкой линией

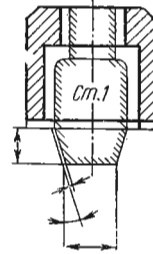


9. Технологический припуск обозначают буквой *T* и цифрой со знаком минус (-) или плюс (+), указывающей его величину. Обозначение и величину припуска проставляют на продолжении размерной линии или после линии выноски

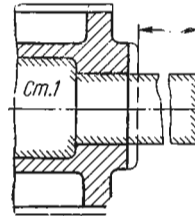


Изображение и обозначение стержней

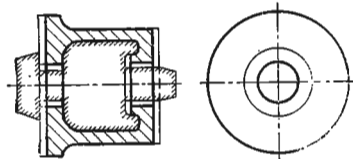
10. Стержень, его знаки и фиксаторы, стержень-перемычку, разделительную диафрагму легкоотделяемой прибыли, знаки модели изображают сплошной тонкой линией в масштабе чертежа. Проставляют размеры знаков и их зазоры. Стержень в разрезе (см. эскиз) штрихуют только у контурных линий и обозначают буквами *ст.1* с указанием порядкового номера *ст.1*



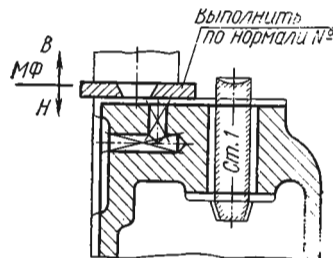
11. Если расположение проекций на чертеже детали не позволяет изображать знак стержня в масштабе, то его разрывают или изображают не в масштабе



12. На проекции, которая не дает полного представления о формовочных уклонах стержневого знака, проводят только одну линию, соответствующую наибольшему размеру (см. эскиз, знак стержня в плане изображен одной тонкой линией)



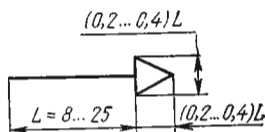
13. Изображение стандартизованной диафрагмы (см. эскиз) и стержня-перемычки сопровождают условным обозначением, которое размечают на полке линии-выноски. Размеры диафрагмы и стержня-перемычки на чертеже не проставляют



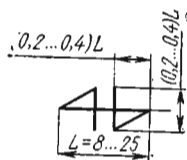
Правило выполнения условных обозначений

Графическое изображение

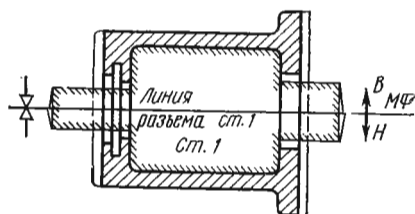
14. Направление набивки стержня изображают стрелкой



15. Разъем стержневого ящика изображают стрелками

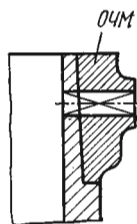


16. Если стержень состоит из нескольких частей, то прямую (или ломаную) плоскость разреза изображают тонкой сплошной линией, над которой размещают надпись «Линия разреза ст. 1»

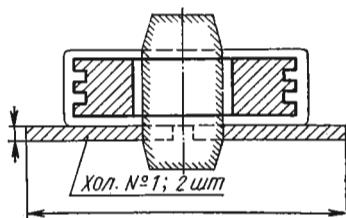


Изображение и обозначение холодильников

17. Поверхность соприкосновения отъемной части с моделью изображают сплошной основной линией. Отъемную часть обозначают буквами ОЧМ с указанием порядкового номера — ОЧМ1, ОЧМ2 и т. д. Если отъемная часть одна, то порядковый номер в обозначении не проставляют (см. эскиз)



18. Холодильник изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией с указанием размеров. На полке линии-выноски размещают обозначение, состоящее из слова «Хол.», порядкового номера и числа устанавливаемых в форму холодильников (см. эскиз). Если холодильник стандартизирован, то его размеры на чертеже не проставляют, а за словом «Хол.» указывают условное обозначение

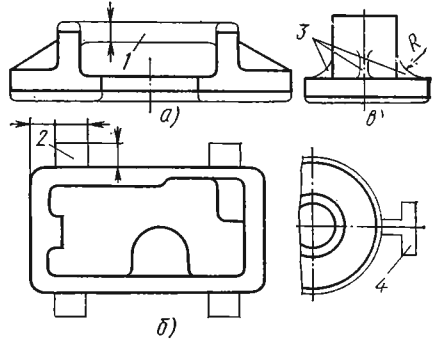


Правило выполнения условных обозначений

Графическое изображение

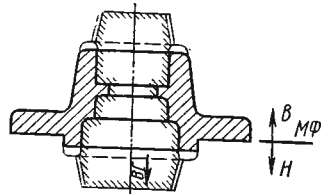
Изображение ребер, приливов, стяжек и проб

19. Стяжку 1 (см. эскиз, а), технологический прилив 2 (б), усадочное ребро 3 (в) и пробу 4 (г) изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией с указанием размеров. На полке линии-выноски указывают назначение проб (см. эскиз (г), проба 4 для механических испытаний) или условное обозначение стандартизованных проб



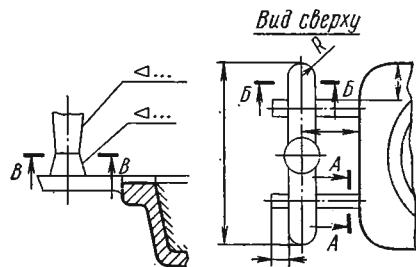
Обозначение мест вывода газов

20. Направление вывода газов из формы и стержня изображают стрелкой, вдоль которой проставляют буквенное обозначение ВГ (вывод газов)



Изображения и обозначения литниковой системы

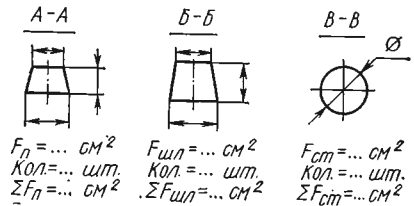
21. Литниковую систему изображают в масштабе чертежа тонкой сплошной линией с указанием размеров ее расположения относительно отливки (см. эскиз). Если расположение проекций не позволяет изображать литниковую систему в масштабе, то ее вычерчивают не в масштабе чертежа. На чертеже для монтажа моделей на модельной плите литниковую систему не изображают, а только указывают места сопряжения питателей с отливкой. На полке линии-выноски размещают надпись «Литниковую систему выполнить по чертежу...»



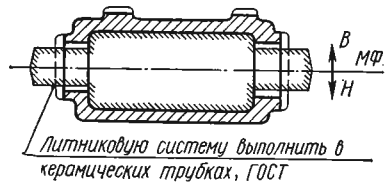
Правило выполнения условных обозначений

Графическое изображение

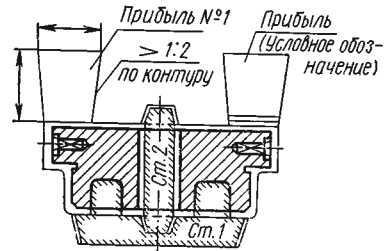
22. Сечения (см. эскиз п. 21) элементов литниковой системы изображают на поле чертежа в одном масштабе (предпочтительно 1 : 1) с указанием их размеров, количества и площади сечений. Площади сечений и соответственно суммарные площади сечений элементов обозначают так: питателей — F_{Π} , ΣF_{Π} ; шлакоуловителей — $F_{шл}$, $\Sigma F_{шл}$; стояков — $F_{ст}$, $\Sigma F_{ст}$



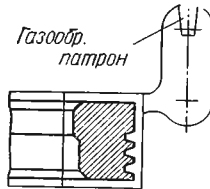
23. Литниковую систему, выполняемую в керамике, на чертеже не изображают, но указывают места сопряжения питателей с отливкой. На полке линии-выноски размещают надпись «Литниковую систему выполнить в керамических трубках, ГОСТ»



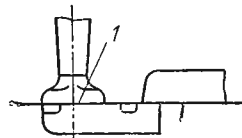
24. Прибыль на чертеже обозначают словом «Прибыль» с указанием порядкового номера (см. эскиз). При наличии нескольких одинаковых прибылей им присваивают один и тот же номер и в обозначении указывают их общее количество (например, прибыль № 1; 2 шт.). Если устанавливаемые прибыли стандартизованы (см. эскиз), то на полке линии-выноски указывают их условное обозначение, предусмотренное стандартом



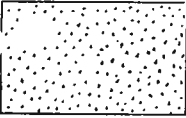
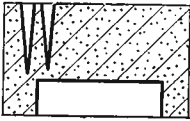
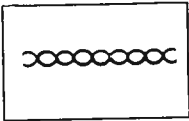
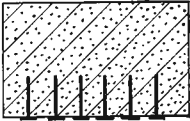

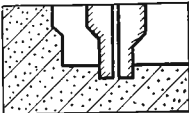
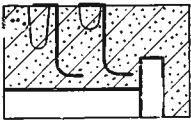

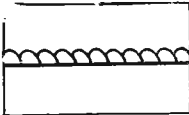
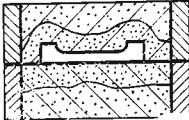
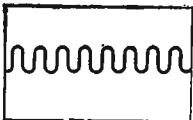
25. Газообразующие патроны для создания в прибыли повышенного давления обозначают надписью на полке линии-выноски «Газообр. патрон» и показывают место их расположения



26. Сетки 1 для фильтрации расплава в литниковой системе не вычерчивают, а изображают их сплошной основной линией



8. Условные графические изображения элементов формы

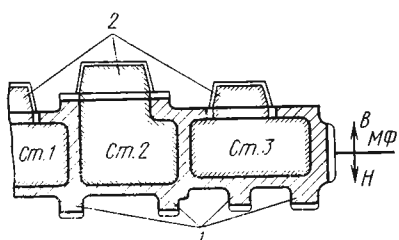
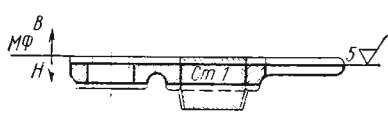
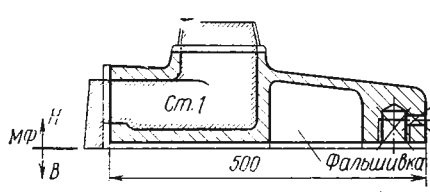
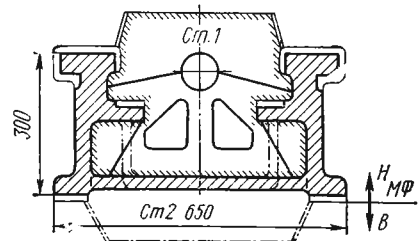
Элемент	Графическое изображение	Элемент	Графическое изображение
Гарь		Газоотводные каналы	
Солома		Шпильки	
Жеребейки		Вывод газов из стержней	
Крючки			
Фитили и вентиляционные шнуры		Облицовочный слой формы	
Металлическая стружка			

§ 5. Основные правила проектирования отливок

Ответственной задачей, которая решается при разработке литейной технологии, является отработка конструкции отливки на литейную технологичность. Конструкция отливки считается технологичной только в том случае, если она отвечает требованиям литейного производства и техническим условиям на ее изготовление.

К требованиям литейного производства относится возможность изготовить отливку высокого качества доступными и надежными приемами литейной технологии с учетом имеющегося на предприятии оборудования и действующих технологических процессов. В табл. 9 приведены основные правила проектирования, применяемые при отработке конструкции отливки на литейную технологичность.

9. Основные правила проектирования отливок

Правило и цель проектирования	Графическое изображение технического решения
<p>1. Ответственные части (например, плоскости скольжения, качения 1) отливок располагать в нижней части формы (по заливке), даже если это связано с некоторым повышением трудоемкости изготовления (см. эскиз, стержни 2 крепятся в верхней полуформе). Повышается качество рабочих поверхностей отливки</p>	
<p>2. Располагать по возможности отливку в одной полуформе (см. эскиз, отливка в нижней полуформе). Повышается размерная точность отливки</p>	
<p>3. Использовать минимально допустимое число стержней или не применять их (см. эскиз, второй стержень заменен фальшивкой). Повышается качество и размерная точность отливки; снижается трудоемкость изготовления</p>	
<p>4. Не крепить по возможности стержни в верхнюю полуформу (см. эскиз, стержень расположен в нижней полуформе, первоначальный вариант показан штрихпунктирной линией). Повышается размерная точность отливок, снижается вероятность образования дефектов по песчаным раковинам</p>	

Правило и цель проектирования	Графическое изображение технического решения
<p>8. Не допускать наличия узких болванов 1, 2 как в форме, так и в стержнях (прежнее положение стенок изображено штрихпунктирной линией)</p>	
<p>9. Использовать по возможности заготовки для получения литых деталей и объединять их для последующей резки по линии 1. Повышается производительность труда</p>	

§ 6. Классы точности и припуски на механическую обработку

Под *точностью* изготовления отливок понимается степень отклонения их геометрических размеров и массы от номинальных значений. Требования по точности отливок регламентированы: для чугуновых ГОСТ 1855—55, стальных ГОСТ 2009—55, из цветных сплавов отраслевой нормативно-технической документацией.

Для чугуновых и стальных отливок предусмотрены три класса точности, соответственно которым установлены допускаемые отклонения по размерам и массе, а также припуски на механическую обработку отливок. Класс точности отливки указывают на рабочем чертеже и в технических условиях. Принятый класс точности распространяется на все размеры отливки. В табл. 10 приведен пример назначения припуска на механическую обработку чугуновой отливки.

10. Назначение припуска на механическую обработку

Характеристика отливки	Графическое изображение
<p>Отливка чугуновая III класса точности с наибольшим габаритным размером 400 мм и номинальным размером (наибольшее расстояние между двумя обрабатываемыми поверхностями) 180 мм. Припуск на все механически обрабатываемые поверхности составит: для верха — 7 мм, низка и бока — 5 мм</p>	

Для верхних частей отливок предусматривается бóльший припуск на механическую обработку, так как при заполнении расплавом формы неметаллические включения всплывают вверх (как наиболее легкие). Для возможности получения отливок в верхних частях без дефектов необходим достаточный слой металла, удаляемый при механической обработке, в котором могут концентрироваться неметаллические включения.

§ 7. Литниковая система

Литниковой системой называют совокупность элементов литейной формы в виде каналов и полостей, предназначенных для подвода расплава в форму, ее заполнения и питания отливки при затвердевании. Литниковая система состоит из следующих основных элементов:

литниковой чаши, предназначенной для приема расплавленного металла (расплавов) и подачи его в полость формы;

стояка — вертикального или наклонного канала, служащего для подачи расплава в другие элементы (кроме чаши) литниковой системы или непосредственно в рабочую полость формы;

шлакоуловителя, предназначенного для задержания неметаллических включений (шлак, песчаные частицы и др.) расплава, поступающего затем в питатели;

питателя — канала, обеспечивающего подвод расплава в полость литейной формы;

выпора — вертикального канала, служащего для вывода газов из формы, контроля заполнения рабочей полости расплавом и питания отливки при затвердевании;

прибыли — полости в форме, которая заполняется расплавом для питания массивных частей отливки при затвердевании.

Литниковые системы (табл. 11) должны отвечать следующим требованиям: обеспечивать заполнение формы расплавом за установленное время;

подводить металл в полость формы с малой линейной скоростью для предотвращения размыва частей формы и завихрения металла при его движении;

препятствовать засасыванию воздуха в стояк потоком расплава при его заливке в литниковую чашу, задерживать шлак и другие неметаллические включения; создавать оптимальный тепловой режим формы и обеспечивать получение качественных отливок (плотных, без трещин, пригара, ужимин и т. п.);

не затруднять усадку расплава;

обеспечивать удобство формовки;

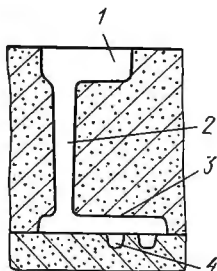
иметь чашу, питатели и другие элементы минимально допустимых размеров;

легко отделяться от отливки без выломов.

11. Типы литниковых систем

Графическое изображение	Особенности и примерное назначение
-------------------------	------------------------------------

Горизонтальная

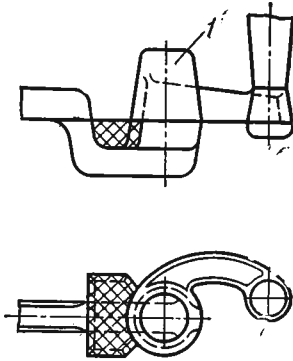


Состоит из чаши 1, стояка 2, шлакоуловителя 3 и питателей 4, расположенных в горизонтальной плоскости разреза формы. Возможно применение прибылей, не связанных непосредственно с питателями. Применяют при изготовлении широкой номенклатуры отливок из всех сплавов, отливок различной сложности и массы, не имеющих термических узлов

Графическое изображение

Особенности и примерное назначение

Горизонтальные с элементами торможения и питания



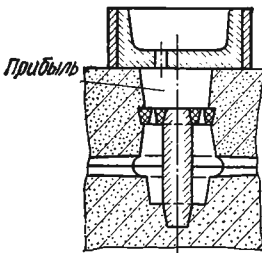
В отличие от предыдущего типа эта литниковая система имеет дополнительные элементы (см. эскиз), увеличивающие гидравлическое сопротивление и улучшающее отделение шлака от других неметаллических включений. К ним относятся центробежные бобышки 1, сетки (кремнийорганические, керамические, и др.), перегородки и дроссели

Применяют, как правило, при изготовлении мелких и средних ответственных отливок, не имеющих термических узлов

Отличительной особенностью горизонтальной литниковой системы с питающими элементами (на эскизе не изображена) является наличие питающей бобышки. Расплав, находящийся в ней, питает отливку или термический узел при затвердевании

Применяют при изготовлении отливок (кроме стальных) с термическими узлами, для которых использование прибылей нерационально

Вертикальная



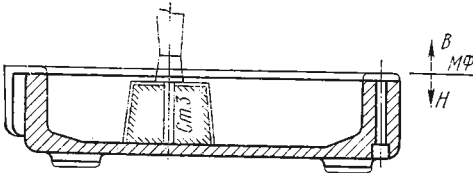
Вертикальная литниковая система в отличие от горизонтальной имеет питатели, расположенные в вертикальной плоскости разъема формы. Подвод расплава может осуществляться ярусным, дождевым и другими методами (см. ниже). Литниковая система может иметь элементы торможения

Используют при изготовлении отливок с кантовкой форм под заливку на 90°, а также отливок из различных сплавов, любой массы и сложности, с массивными частями или равномерно толстостенных

Графическое изображение

Особенности и примерное назначение

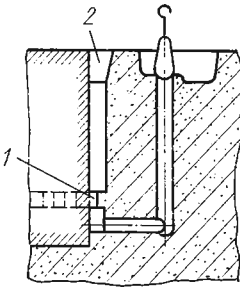
Верхняя



Вертикальная литниковая система, обеспечивающая подачу расплава в полость литейной формы сверху без кантовки ее на 90°

Применяют при изготовлении мелких и средних отливок из различных сплавов с тонкими стенками

Сифонная



Вертикальная литниковая система, обеспечивающая подачу расплава в полость литейной формы снизу через питатель 1. При такой литниковой системе возможна кантовка собранной формы на 90° под заливку

Применяют при изготовлении средних и крупных отливок с большой высотой из любых сплавов

Примечание. Ярусные литниковые системы подают металл в полость литейной формы на нескольких уровнях, а дождевые — несколькими питателями.

Соотношения площадей сечений основных элементов литниковой системы могут быть последовательно уменьшающимися от стояков к питателю (запертая литниковая система) или последовательно увеличивающимися (открытая литниковая система). В первом случае обеспечивается хорошее отделение неметаллических включений, но расплав поступает в форму с повышенными скоростями.

Открытую литниковую систему применяют при изготовлении отливок из легкого окисляющихся сплавов (сталь, алюминий и др.) и крупных литых деталей. Для шлакоотделения в открытую литниковую систему устанавливают фильтровальные сетки или расплав в форму заливают из створных ковшей (см. гл. VII).

Шлакоуловители могут быть различной формы: прямые, кольцевые, П-образные и т. д. Сечение шлакоуловителей, а также питателей бывает трапециевидное, круглое, полукруглое и т. д.

Литниковые чаши могут значительно отличаться по конструкции. Наиболее совершенной считается чаша с перегородками, нижним и боковым уступом (рис. 2, а). Чаша хорошо отделяет шлаковые и другие неметаллические включения, способствует спокойной заливке. Такие чаши используют преимущественно для заливки из цилиндрических и барабанных ковшей средних, крупных и тяжелых чугунов отливок. Для заливки средних отливок применяют литниковые чаши без перегородок и уступов (рис. 2, б), а для мелких — воронки (рис. 2, в). Иногда крупные и очень крупные отливки заливают с помощью двух и более литниковых чаш. При заливке таких отливок литниковые ходы предпочтительно выполнять из унифицированных стержневых элементов или керамики.

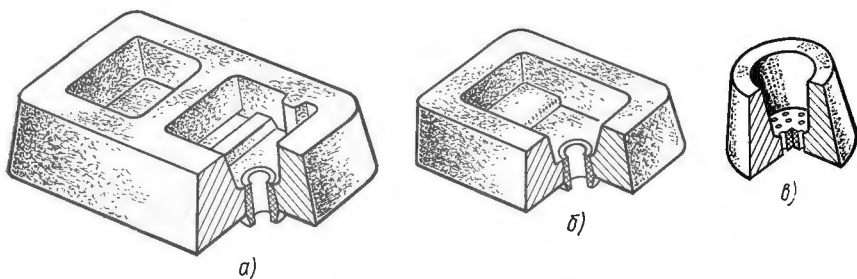


Рис. 2. Литниковые чаши

§ 8. Расчет литниковых систем

Расчет литниковых систем основан на применении уравнений гидравлики для идеальных жидкостей, текущих в газонепроницаемых каналах. Так как жидкий металл не является идеальной жидкостью, а форма газонепроницаема, дополнительно используют опытно-экспериментальные данные. Примерный расчет литниковой системы для чугуновых и стальных, а также из сплавов тяжелых и цветных металлов различных весовых групп выполняют в такой последовательности:

1. Определяют время заполнения полости формы расплавом $\tau = 2^3 \sqrt{\delta G}$, где τ — продолжительность заливки, с; δ — средняя толщина стенки, мм; G — масса отливки, кг.

2. Вычисляют средний секундный расход металла в литниковой системе, кг/с, $G_{с.р} = G/\tau$.

3. Находят секундный расход с учетом истечения металла под затопленный уровень, кг/с, $G_{с.н} = G_{с.р} \cdot k$, где k — поправочный коэффициент на начальный расход металла (выбирают по диаграмме, рис. 3, а).

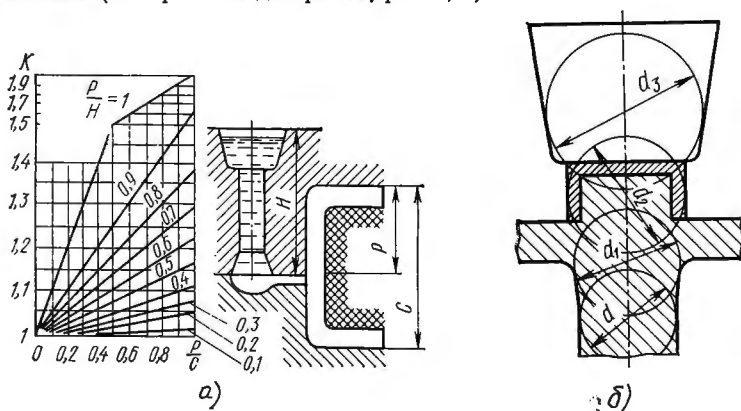


Рис. 3. Диаграмма для определения удельной скорости заливки (а) и схема к расчету размеров прибыли (б)

4. Определяют площадь наименьшего сечения элемента литниковой системы $\sum F_n = \frac{1000 G_{с.н}}{\gamma \mu \sqrt{2 \cdot 981 H}}$, где γ — плотность металла, г/см³; μ — коэффициент сопротивления литниковой системы и формы, равной 0,2—0,5 (при установке сетки для дросселя $\mu = 0,2 \div 0,3$; в остальных случаях $\mu = 0,4 \div 0,5$); H — напор,

см (расстояние от места подвода расплава до его уровня в литниковой чаше); $H = H_0 + H_2$, где H_0 — высота опоки над разъемом литейной формы, см; H_2 — высота уровня металла в литниковой чаше, см.

5. Объем литниковой чаши определяют из расчета 2—6-кратного секундного расхода металла ($G_{с.н}$).

6. Площадь сечения стояка определяют из условия обеспечения положительного давления в лимитирующем сечении: $F_{ст.в} = \sum F_{л} \sqrt{\frac{H}{H_2}}$, где $F_{ст.в}$ — площадь верхнего сечения стояка, см²; $F_{л}$ — площадь лимитирующего сечения, см². Площадь нижнего сечения стояка должна быть не меньше суммарной площади лимитирующего сечения $F_{ст.в} \geq F_{л}$.

7. Для выполнения запертой литниковой системы необходимо, чтобы отношение $F_{лит} : F_{шл} : F_{ст}$ было равно 1,0 : 1,1 : 1,2. При расчете шлакоуловителей, которые используют не только для отделения шлака, но и для подвода расплава, подпитывающего массивные элементы отливки, отношение элементов литниковой системы может быть равно 1,0 : (1,3 ÷ 1,5) : 1,2.

При изготовлении отливок из алюминиевых и магниевых сплавов преимущественно используют расширяющие литниковые системы, обеспечивающие минимальные линейные скорости расплава на выходе из питателей. Соотношение элементов литниковой системы в этом случае принимают равным $(3 \div 6) (1,5 \div 3) : 1$. Для предотвращения подсоса воздуха и лучшей заполняемости при заливке высоких форм применяют по возможности многоярусные и щелевые литниковые системы. Пример выбора конструкции литниковой системы для отливок из магниевых сплавов показан в табл. 12.

Для проверки расчетов в табл. 13 приведены ориентировочные значения удельной скорости заливки отливок из различных сплавов. Правильность расчета литниковой системы проверяется сопоставлением фактической скорости заливки с удельной скоростью. При их несоответствии проводят корректировку сечений элементов литниковой системы.

12. Выбор конструкции литниковой системы для отливок из магниевых сплавов

Особенности магниевых сплавов	Основные технологические требования	Рекомендуемая конструкция литниковой системы
Повышенная склонность к окислению в расплавленном состоянии. Низкое теплосодержание и малое статическое давление расплавленного металла. Повышенная литейная усадка сплавов, легированных цирконием	Отливка в форме должна располагаться с учетом обеспечения направленной кристаллизации. Массивные части должны располагаться над менее массивными. Стенки с большой поверхностью следует по возможности располагать вертикально, а обрабатываемые поверхности — сверху	Для мелких и средних отливок — нижняя литниковая система. Для средних тонкостенных отливок — вертикально-щелевая литниковая система. Для крупных отливок вертикально-щелевая или комбинированная литниковая система

Примечание. При изготовлении отливок, имеющих высоту больше 200 мм, рекомендуется применять змееобразные стояки.

Для уменьшения скорости заполнения формы, а также частичного задержания неметаллических включений во многих случаях применяют металлические сетки из листового железа толщиной 0,3—0,5 мм или из кремнийорганической ткани, устанавливаемые под стояк.

13. Удельная скорость заливки, кг/(см³·с)

Сплав	Удельная скорость заливки k_y при плотности металла отливки γ , кг/дм ³						
	1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6
Чугун	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15
Сталь	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	0,95
Медные сплавы (кроме алюминевой бронзы)	0,35	0,45	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
Алюминевая бронза	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Алюминевые сплавы	0,25	0,35	0,45	—	—	—	—

Примечание. Значения скорости заливки приведены для сырых форм. Для сухих форм их увеличивают в 1,3 раза.

§ 9. Прибыли

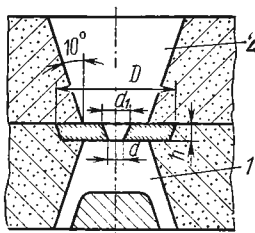
Для питания массивных частей отливок при затвердевании кроме бобышек используют прибыли — полости в форме, заполняемые расплавом. Прибыли применяют при изготовлении отливок из высокопрочных, высоколегированных чугунов, сталей, а также цветных сплавов, склонных к образованию усадочных дефектов. Отливки из серого чугуна отливают с прибылями, если литые детали имеют толстостенные сечения или места, которые нельзя подпитать с помощью питающих бобышек.

Размеры прибылей определяют по формулам, графикам или заводским нормам с учетом того, что прибыль должна затвердевать после теплового узла, который она питает. Размеры верхних прибылей находят методом построения вписанных окружностей. В подпитываемый узел вписывают окружность диаметром d и по направлению к прибыли назначают припуски так, чтобы вышерасположенный диаметр был больше нижнего, т. е. $d < d_1 < d_2 < d_3$ (рис. 3, б). Масса расплава в прибыли должна составлять 0,8—1,5 массы питаемого узла отливки.

Прибыли располагают у частей отливки, которые затвердевают последними. Наиболее эффективны прибыли, установленные на верхних поверхностях отливки по отношению к ее питаемым частям. Боковые прибыли размещают так, чтобы верхний уровень находящегося в них расплава был выше верхней точки питаемого узла. В некоторых случаях применяют несколько прибылей и питающих бобышек.

Затвердевший в полости прибыли металл удаляют с поверхности отливки огневыми способами и механической обработкой. Для уменьшения трудоемкости этой операции между полостью 2 и полостью формы 1 устанавливают тонкие разделительные пластины, окрашенные противопожарными красками, или стержни, изготовленные из песчано-глинистой смеси (табл. 14).

14. Минимальные размеры разделительных пластинок и стержней для прибылей круглого сечения



Диаметр прибыли, мм	Разделительный элемент	Высота h, мм	Диаметр, мм		
			Отверстия		Стержня D
			нижне- го, d	верхнего d ₁	
100	Пластина из листового желе- за	1	25	25	130
130		1	30	30	160
160		1	35	35	190
200	Стержень из песчаной смеси (см. эскиз)	12	40	45	230
250		14	50	58	280
300		16	60	68	330
301—500		35	75	85	400—600
501—750		50	90	100	600—850
751—1000		70	120	130	850—1100
1001		80	150	160	1100

Примечания: 1. Разделительные стержни для прибыли изготавливаются с использованием стержневых каркасов. 2. Разделительные стержни больших размеров могут изготавливаться из нескольких частей. 3. Отверстие прибыли, имеющей прямоугольное сечение, должно быть не менее $\frac{1}{4}$ ширины и $\frac{1}{2}$ длины нижнего сечения прибыли. 4. Для остальных отливок размер соединительного канала (отверстие в стержне или пластине) увеличивается на 10—15%. 5. Если прибыли открытые, при заливке форм в момент заполнения прибыли на $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ее высоты производят долив в прибыль расплава.

Экономия металла и увеличение плотности отливки обеспечивают прибыли, работающие под повышенным давлением. При сборке форм в полость прибыли вставляют патрон из веществ (мел, негашеная известь, древесный уголь или кокс), выделяющих газы при нагревании. Патрон, покрытый сверху шамотной или глиняной оболочкой, крепят к форме шпилькой в верхней по направлению заливки части прибыли. Газы, образующиеся при нагреве патрона, создают давление над поверхностью расплава в прибыли, что повышает эффективность ее работы. При этом достигается уменьшение расхода металла на питающие системы в 2—3 раза. Повышенное давление можно создать также подводом в полость прибыли сжатого воздуха к моменту окончания заливки.

Масса заряда патрона зависит от массы металла в ней. Так, при массе прибыли 100 кг нужен заряд массой 2,5 г и соответственно при 200 кг — 10 г, 400 кг — 20 г.

Для повышения эффективной работы прибылей используют также теплоизолирующие и экзотермические смеси, позволяющие замедлить отвод тепла от стенок и зеркала прибыли. При изготовлении формы места установки прибылей футеруют такими материалами или производят вставку стержней, изготовленных также из этих смесей. Хорошая термоизоляция продлевает затвердевание прибыли почти так же, как применение экзотермических материалов в аналогичных условиях. Для приготовления теплоизолирующих смесей используют асбест, кокс, высокоглиноземную вату, а для экзотермических — алюминиевый порошок.

§ 10. Холодильники

Холодильниками называют металлические вставки, которые устанавливают в литейную форму для ускоренного охлаждения массивных частей отливки. Холодильники, обладая большей теплопроводностью и теплоемкостью, чем материал

стенок песчаных форм и стержней, выравнивают скорость охлаждения в тонких и толстых частях отливки, а также создают направленное затвердевание.

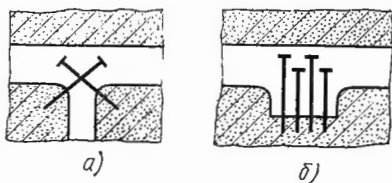


Рис. 4. Внутренние холодильники:
а, б — различные варианты установки

Различают холодильники наружные и внутренние (по отношению к отливке). Наружные холодильники изготавливают из чугунов СЧ 18 и СЧ 20, а в некоторых случаях — из стали. Внутренние холодильники чаще всего выполняют из того же материала, что и отливки. Непременным условием применения внутренних холодильников является их полное расплавление.

Внутренние холодильники (рис. 4) устанавливают в труднодоступных массивных частях; их объем составляет 8—12% объема металла в захлаживаемом месте отливки.

ГЛАВА II МОДЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКТЫ

§ 11. Классификация модельных комплектов

К наиболее трудоемкой и сложной в изготовлении технологической оснастки литейного производства относится модельный комплект. *Модельный комплект* — это совокупность приспособлений, предназначенных для изготовления стержней и получения рабочих полостей в литейной форме; включает литейную модель, стержневые ящики, модели элементов литниковой системы, шаблоны и каркасные щитки.

Модельные комплекты классифицируют по способу изготовления литейной формы, габаритным размерам, сложности конструкции и роду материалов.

По способу изготовления литейной формы разделяют модельные комплекты для машинной и ручной формовки. Для ручной формовки модели могут иметь один-два и более размеров, а также съемные части. Для машинной формовки целесообразней иметь модели более простой конфигурации, без съемных частей и по возможности с одним размером.

По величине габаритных размеров модельные комплекты подразделяют на мелкие, средние и крупные. Мелкие модели и стержневые ящики имеют максимальный габаритный размер до 500 мм, средние — 500—1500 мм, крупные — свыше 1500 мм.

По сложности конструкции модельные комплекты классифицируют на простые, средней сложности и сложные. Простые — это неразъемные или разъемные мелкие и средние и стержневые ящики, имеющие прямолинейную или цилиндрическую форму. Количество стержневых ящиков в модельном комплекте один-два; в нем отсутствуют фальшивки, щитки и шаблоны. Модели не имеют бобышек, взаимно пересекающихся отверстий, а также переплетений ребер.

К модельным комплектам средней сложности относят неразъемные или разъемные модели и стержневые ящики любого габаритного размера. Стержневые ящики и контуры моделей имеют несложные переходы, не требующие их выполнения по шаблонам с использованием ручного инструмента. В модельный комплект входят фальшивки, щитки, прямолинейные и с незначительными искривлениями шаблоны. На моделях имеются бобышки, взаимно пересекающиеся отверстия и прямолинейные ребра.

Сложные модельные комплекты — это модели и стержневые ящики любых габаритных размеров, имеющие сложные контуры, а также криволинейные переходы, выполняемые по шаблонам с применением ручного инструмента. Модели и стержневые ящики имеют бобышки, знаковые части, взаимно пересекающиеся отверстия, прямолинейные и криволинейные ребра. В модельный комплект входят щитки и шаблоны.

По роду материала, применяемого для изготовления модельных комплектов, их классифицируют на деревянные, металлические и неметаллические (пластмассовые, гипсовые, пенополистироловые и др.). Материал для модельного комплекта выбирают в зависимости от типа производства и серийности заказа (табл. 15, 16) на изготовление отливок.

Модельные комплекты изготовляют по рабочим чертежам деталей с нанесенной на них литейной технологией. Для обработки древесины в модельных цехах применяют деревообрабатывающие станки; заготовки и детали металлических и неметаллических (пластмассовых) модельных комплектов обрабатывают на металлорежущих станках.

15. Сравнительная характеристика материалов для модельных комплектов

Материал	Преимущество	Недостаток
Сосна, ель, бук и др.	Хорошая обрабатываемость, низкая стоимость	Склонность к деформации (коробление, усушка), низкая прочность
Алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685—75): АЛ3В, АЛ7В, АЛ10В, АЛ14В, АЛ12 (для крупных моделей)	Хорошая обрабатываемость, антикоррозийность, низкая плотность	Низкая прочность и высокая стоимость
Серый чугун не ниже марки СЧ 15 (ГОСТ 1412—79)	Высокая прочность, хорошая обрабатываемость	Склонность к коррозии, высокая плотность
Сталь 15 — Сталь 50 (ГОСТ 1050—74) Ст0 — Ст6 (ГОСТ 380—71)	Высокая прочность и малая шероховатость обработанной поверхности	Склонность к коррозии, высокая плотность
Бронза и латунь	Высокая прочность и малая шероховатость обработанной поверхности, неокисляемость	Большая плотность и высокая стоимость
Свинцово-сурьмянистые сплавы (5% Zn, 15% Sb, остальное Pb или 15% Sb, 14% Bi, остальное Pb)	Хорошая обрабатываемость	Большая плотность и высокая стоимость, низкая прочность
Гипс кальцинированный или строительный: 50% гипса, 50% воды	Простота изготовления модельного комплекта, низкая стоимость	Высокая шероховатость обработанной поверхности, низкая прочность
Цемент: 50% цемента, 50% кварцевого песка	Простота изготовления модельного комплекта	То же
Пластмассы: ЭД-20, ЭД-16 (ГОСТ 10587—76), акриловые самотвердеющие составы	Высокая прочность, простота изготовления модельного комплекта, не требующая, практически, обработки резанием	Токсичность
Пенополистирол	Простота изготовления модельного комплекта, низкая плотность	Разовое использование (газифицируются)

Примечание. Ориентировочная стоимость изготовления модельного комплекта из дерева, алюминиевых сплавов, чугуна, стали относится как 1 : 8 : : 12 : 15.

**16. Примерный срок эксплуатации модельных комплектов
до капитального ремонта**

Максимальное число формовок для модельных комплектов						Область применения
мелких	сред- них	круп- ных	мелких	средних	крупных	
Ручная формовка			Машинная формовка			
Деревянных						
500	250	100	1000	500	300	При единичном и мелкосерийном производстве отливок I, II, III весовых групп. При любой серийности заказа для IV весовой группы отливок
Алюминиевых						
—	—	3000	50 000	30 000	10 000	При серийном, крупносерийном и массовом производстве отливок I, II и III (частично) весовых групп
Чугунных						
—	—	—	100 000	75 000	—	При крупносерийном производстве отливок I—II весовых групп
Стальных						
—	—	—	100 000	—	—	При крупносерийном и массовом производстве отливок I весовой группы
Бронзовых и латунных						
—	—	—	—	150 000	—	При массовом производстве отливок массой до 5 кг
Свинцово-сурьмянистых						
500	—	—	3000	—	—	При мелкосерийном производстве отливок I весовой группы
Гипсовых						
250	100	—	1000	500	—	При мелкосерийном производстве отливок I весовой группы
Цементных						
—	350	—	—	1000	—	При серийном производстве отливок II весовой группы
Пластмассовых						
—	—	—	50 000	30 000	—	При массовом, крупносерийном и серийном производстве отливок I—II весовых групп
Пенополистироловых						
100	20	2	200	—	—	При мелкосерийном и единичном производстве отливок I—IV весовых групп

§ 12. Формовочные уклоны и припуски на усадку сплавов

Формовочные уклоны. *Формовочными* называют уклоны, выполненные на вертикальных стенках моделей, некоторых стержневых ящиков, а также на углублениях и выступах элементов модельного комплекта. Формовочные уклоны на рабочих поверхностях делают в том случае, если в отливке не предусмотрены конструктивные уклоны. Формовочные уклоны выбирают по ГОСТ 3212—80 и выполняют в направлении извлечения модели из формы или стержня из стержневого ящика. Формовочные уклоны выполняют (табл. 17):

на обрабатываемых поверхностях за счет увеличения размера отливки сверх припуска на механическую обработку;

на необрабатываемых поверхностях, которые не сопрягаются с другими деталями за счет одновременного увеличения и уменьшения номинального размера отливки, начиная с его середины;

на необрабатываемых поверхностях, которые сопрягаются с другими деталями увеличением или уменьшением номинального размера отливки на величину уклона.

17. Формовочные уклоны

Высота h поверхности модели, извлекаемой из формы, мм	Угол наклона β поверхностей			
	образующих полость формы		оформляющих узкие выступы и углубления в полости формы	
	Металлическая, пластмассовая модели	Деревянная модель	Металлическая, пластмассовая модели	Деревянная модель
20	1°30'	3°	3°	3°
21—50	1°	1°30'	2°	2°30'
51—100	0°45'	1°	1°	1°30'
101—200	0°30'	0°45'	0°45'	1°
201—300	0°30'	0°30'	0°45'	1°
301—800	0°20'	0°30'	0°30'	0°45'
801—2000	—	0°20'	—	0°30'
>2000	—	—	—	0°15'

Припуски на усадку сплава. *Усадкой* называют уменьшение объема сплава при переходе его из жидкого состояния в твердое. Одни и те же сплавы могут давать различную усадку, зависящую от размеров и сложности отливок, а также применяемых при их изготовлении формовочных и стержневых смесей. Так, крупные и круглые отливки практически не дают усадки по диаметру, в то время как по высоте она имеется. В сложных отливках, имеющих полости и ребра, линейная усадка получается неполной ввиду торможения ее со стороны формы. Величину усадки выражают в процентах (табл. 18) и проставляют на чертеже литой детали.

При изготовлении модельных комплектов, размеры которых должны быть больше размеров литой детали, указанных на чертеже, применяют специальные усадочные линейки.

18. Литейная усадка

Сплав	Характеристика размеров отливки	Весовая группа отливки	Линейная усадка, %
Серый чугун	Мелкие	I	0,75—1,0
	Средние	II	0,5—1,0
	Крупные, очень крупные	III, IV	0,5—0,75
Углеродистая сталь	Мелкие	I	1,5—2,2
	Средние	II	1,5—2,0
	Крупные, очень крупные	III, IV	1,4—1,8
Медные сплавы	Мелкие	I	1,5—1,8
	Средние	II	1,0—1,5
	Крупные	III	0,75—1,0
Алюминиевые и магниевые сплавы	Мелкие	I	1,0—1,2
	Средние	II	0,75—1,0
	Крупные	III	0,5—1,0

§ 13. Деревянные модельные комплекты

Древесные материалы. Одним из основных материалов, применяемых для изготовления модельных комплектов в условиях единичного и мелкосерийного производства, является дерево. Свежесрубленное дерево имеет влажность $\omega = 50 \div 150\%$, поэтому перед распиливанием на доски и бруски стандартных размеров его подвергают предварительной естественной или чаще искусственной сушке до остаточной влажности 10—12%. Содержание влаги в древесине определяют по формуле

$$\omega = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100\%,$$

где G_1 — масса образца до сушки; G_2 — масса образца после сушки.

По мере удаления влаги древесина в различных направлениях усыхает неодинаково: вдоль волокон усушка очень незначительна около 0—1%; в радиальном — 3—8% и тангенциальном — 5—12%. Величину усушки определяют по формуле

$$y = \frac{a - a_1}{a_1} 100\%,$$

где a — размер образца до высушивания; a_1 — размер образца после высушивания.

Усушка вызывает коробление, особенно досок, в сторону, противоположную направлению годичных слоев (выпуклостью к сердцевине). Для уменьшения коробления, влияющего на геометрию и прочность модельного комплекта, доски при склеивании (сплачивании) щитов или других заготовок располагаются так, чтобы годичные кольца у смежных досок были направлены в противоположные стороны.

Классы прочности. Деревянные модельные комплекты, предназначенные для изготовления литейных песчано-глинистых форм, подразделяют на три класса (ГОСТ 13354—81). Класс прочности модельного комплекта назначают при разработке литейной технологии в зависимости от типа производства и назначения отливок (табл. 19).

Для изготовления модельных комплектов применяют древесину без гнилей, сучков и других пороков. В табл. 20 приведены особенности изготовления модельных комплектов, а на рис. 5—15 — графические изображения, поясняющие эти особенности.

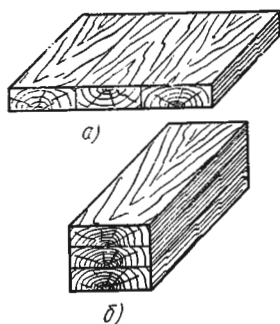


Рис. 5. Сплачивание:
 а — кромочное, б — пластовое

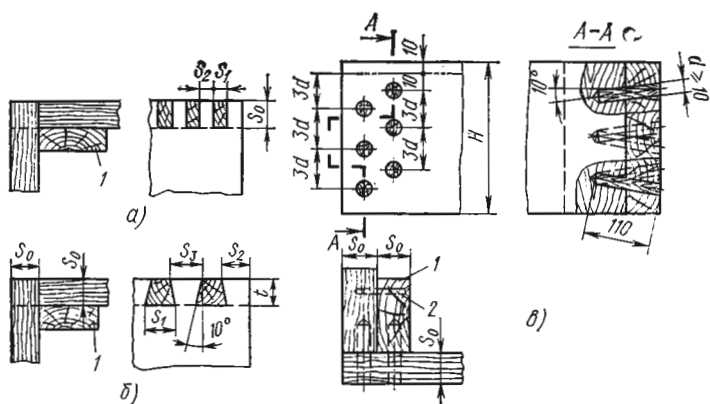


Рис. 6. Вязка коробчатых заготовок:
 а — на прямой шип ($S_1 = S_2 = 14 + 18$ мм), б — на шип типа «ласточкин хвост» ($S_1 = S_2 = 0,85 S_0$, $S_3 = 1 + 3 S_0$), в — встык нагелями

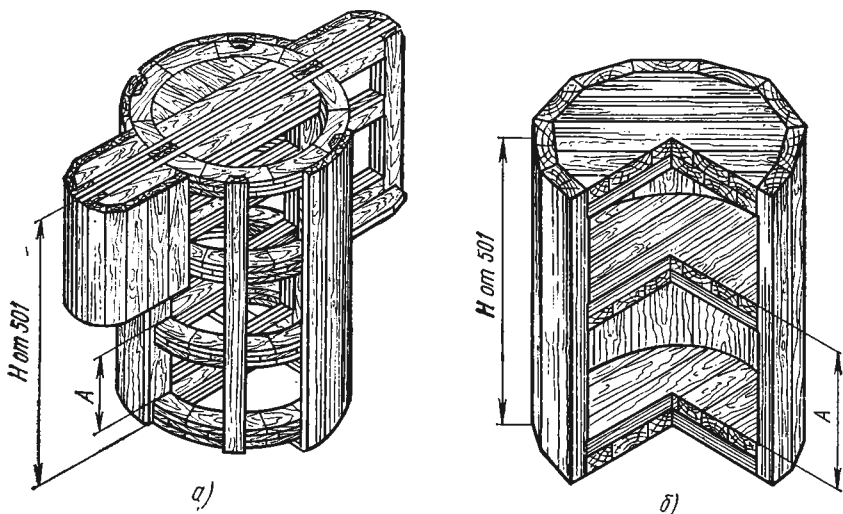


Рис. 7. Рамные заготовки:

а — цилиндрическая I—II класса прочности, **б** — цилиндрическая III класса прочности

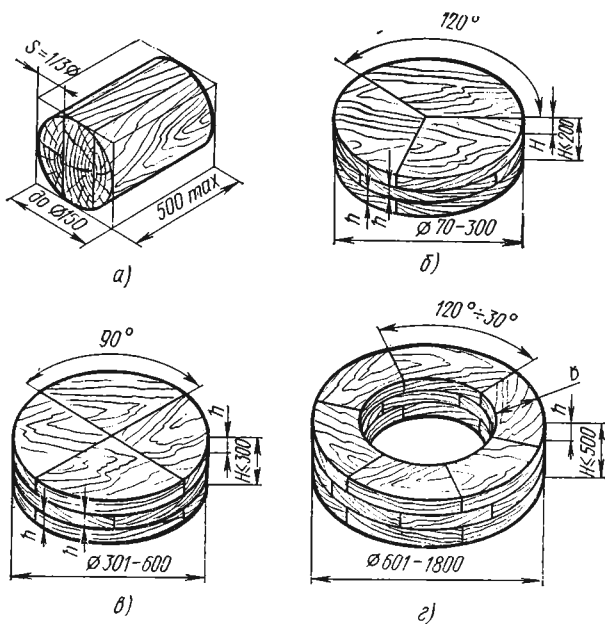


Рис. 8. Дисковые и кольцевые заготовки

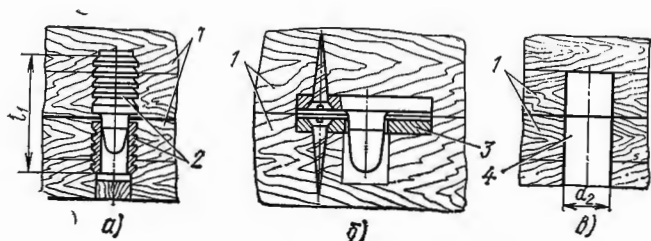


Рис. 9. Соединение половинок модели или стержневого ящика 1:
 а — дюбелем 2, б — фланцевым дюбелем 3, в — втулкой 4

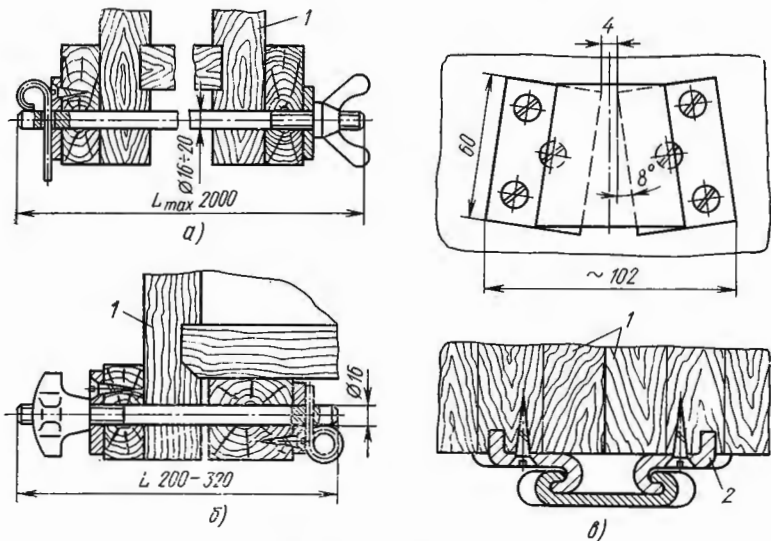


Рис. 10. Двугрульная (а) и одногрульная (б) стяжки и скобы (в):
 1 — стержневой ящик, 2 — скоба

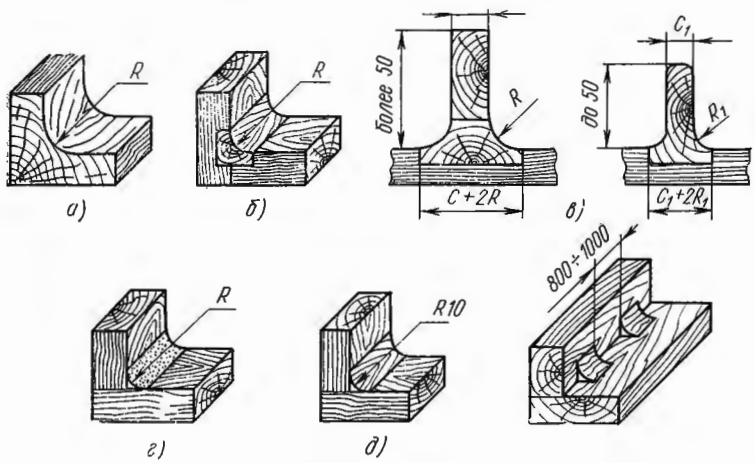


Рис. 11. Галтели

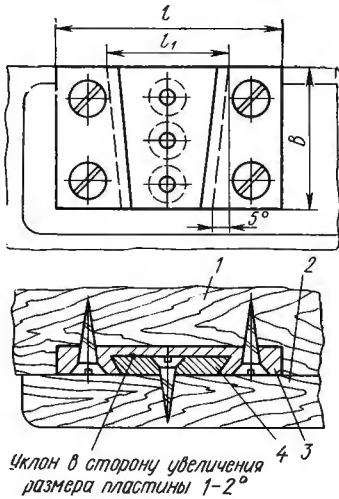


Рис. 12. Клиновое крепление:
1 — модель или стержневая ящик,
2 — отъемная часть, 3 — пластина, 4 —
клин, l , l_1 , B — размеры крепления

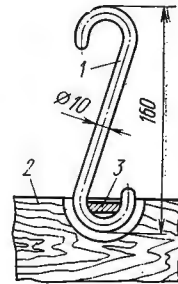


Рис. 13. Крюковый подъем:
1 — крюк, 2 — модель,
3 — пластина

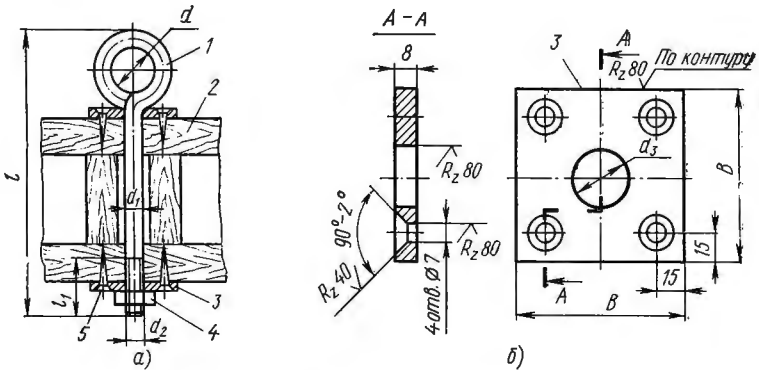


Рис. 14. Болтовой подъем:
а — общий вид, б — пластина 3; 1 — болт, 2 — модель, 4 — гайка (ГОСТ 15523—70), 5 — шуруп, l , l_1 , d , d_1 , d_2 , d_3 , B — размеры болтового подъема

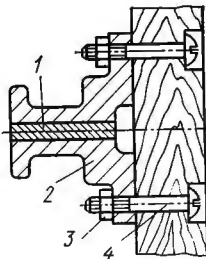


Рис. 15. Крепление цапфы:
1 — холодильник, 2 — цапфа, 3 — гайка (ГОСТ 15522—70) *, 4 — болт

19. Классы прочности модельных комплектов

Классы прочности	Область применения
I	Серийное и мелкосерийное (при повторяющихся периодически заказах) производство отливок
II	Серийное и мелкосерийное производство отливок единовременного заказа. Единичное производство крупных и геометрически сложных средних отливок
III	Единичное производство всех видов отливок

20. Особенности изготовления модельных комплектов

Классы прочности		
I	II	III

Сплачивание древесины

Доски располагают так, чтобы годовичные кольца при кромочном сплачивании (рис. 5, а) у смежных досок были направлены в противоположные стороны, а при пластевом (б) — в одну сторону. Ширина сплачиваемых досок не должна превышать:

110 мм | 130 мм | 150 мм

Для склеивания применяют поливинилацетатную эмульсию СВ, казеиновый (ОБ, В107) и мездровый клеи

Вязка коробчатых заготовок

Прямые и типа «ласточкин хвост» шипами на клею, а также встык нагелями на клею. Дополнительную шпонку I (рис. 6, а, б) размещают с внутренней или наружной стороны углового соединения и крепят шурупами. Толщина досок не менее $S_0 = 40$ мм

Встык (рис. 6, в) нагелями на клею, расположенными под углом друг к другу, с дополнительным упрочнением некоторых соединений гвоздями 2. Шиповая вязка по необходимости. Толщина досок не лимитируется, но должна обеспечивать необходимую прочность и жесткость

Вязка рамных заготовок

Переклежкой, но не менее трех слоев с дополнительным креплением нагелями, шурупами, гвоздями. Выступающие части (например, знаки) крепят на выступающие части рамы (рис. 7, а). Расстояние между перегородками А не должно превышать 600 мм

Встык нагелями на клею, как и для коробчатых заготовок III класса прочности. Толщина досок 40 мм. Дополнительное крепление шпонками, нагелями (рис. 7, б). $A = 700$ мм

Вязка дисковых и кольцевых заготовок

Склежкой послойно, но не менее трех слоев, составленных из досок (рис. 8, а), секторов (б, в) и сегментов (г) с дополнительным креплением нагелями и гвоздями. Заготовки, обрабатываемые на токарных и фрезерных станках, должны выдерживаться после склейки не менее трех суток. Ширина сегментов и их число в ряду приведены в табл. 21

Классы прочности

I	II	III
---	----	-----

Соединение разъемных моделей и стержневых ящиков

С помощью дюбелей (рис. 9, а, б) и втулок (в), размеры которых приведены в табл. 22, 23

Деревянными шипами $\varnothing 16-32$ мм. В крупных моделях шипы делают прямоугольными, выступающая часть их цилиндрическая длиной 5—8 мм

Смещение одной половинки модели или стержневого ящика относительно другой не должно превышать для моделей и стержневых ящиков: крупных — 0,8 мм, средних — 0,5 мм, мелких — 0,3 мм

Скрепление разъемных стержневых ящиков

Неразъемные (вытряхные). В отдельных случаях допускаются разъемные

Двуугольными (рис. 10, а, б) и одноугольными болтовыми стяжками. Расстояние между стяжными болтами не превышает 500 мм

Для крупных стержневых ящиков устраивают дополнительные болтовые крепления в средней (по длине) части стержневого ящика

Клиновыми стяжками и скобами из металла (рис. 10, в). Для III класса прочности допускаются деревянные зажимы. Расстояние между крепежными приспособлениями не превышает 300 мм

Крепление составных частей модельного комплекта

Нагелями на клею, шурупами с врезкой в основании модели или стержневого ящика

Нагелями на клею, шурупами. В отдельных случаях врезкой в основании модели

Гвоздями с посадкой составных частей на клей

Выполнение галтелей радиусом, мм

$$R > 5$$

В основном теле модели или стержневого ящика (рис. 11, а), врезкой планок деревянных или пластмассовых (б), а также накладными рамками (в). Галтели $R < 5$ мм подмазывают шпатлевкой (г)

$$R > 10$$

Вклеивают планок из дерева (в некоторых случаях врезкой), накладными планками или маяками (е). Галтели $R < 10$ мм подмазывают шпатлевкой (г)

$$R > 15$$

Вклеивают планок из дерева (д), маяками (е). Галтели $R < 15$ мм подмазывают шпатлевкой (г)

Облицовка рабочих поверхностей

Направление волокон древесины на боковых и торцовых плоскостях должно совпадать с направлением извлечения модели из формы. Направление волокон может быть перпендикулярно направлению извлечения модели из формы, если ширина досок облицовочного щита не превышает 100 мм, а модель высотой до 300 мм

Направление волокон древесины может не совпадать с направлением извлечения модели из формы, если расположение волокон на плоскостях модели не указано на чертеже

Классы прочности

I	II	III
---	----	-----

Наибольшая ширина клепки (мм) соответственно для облицовочных щитов прямолинейных, круглых с граненым и с круглым основаниями (в скобках после числового значения ширины указана толщина клепки):

110 (40)	130 (40)	140 (32)
100 (40)	100 (40)	100 (32)
70 (40)	70 (40)	70 (32)

Выполнение отъемных
и быстроизнашивающихся выступающих частей

Из металла и пластмассы. По необходимости металл заменяют древесиной твердых пород или древесным слоистым пластиком ДСП-Б, ДСП-В. Отъемные и выступающие части окантовывают полосовой сталью от 2 до 3 мм при длине окантовки до 800 мм, от 3 до 5 мм при длине окантовки свыше 800 мм

Из твердых пород древесины или древесных слоистых пластиков ДСП-Б, ДСП-В. Так же, как и для I класса прочности, производят окантовку полосовой сталью

Ширина окантовки не менее 30 мм. Пластины из полосовой стали крепят шурупами. Длина отъемной части не должна превышать 700 мм. Отъемные стенки моделей, вынимаемые первыми в местах стыка с другими отъемными стенками, выполняют с уклоном 10—20°

Соединение отъемных частей

С помощью клиновых металлических креплений (рис. 12), размеры которых приведены в табл. 24

С помощью клиновых деревянных креплений

Выполнение плоскости разреза модели

Обшивка досками или щитками с углублением от плоскости разреза на 3—5 мм. Обшивают плоскость разреза средних и крупных моделей, не монтируемых на модельных плитах

Извлечение моделей,
отъемных частей и их перемещение

С помощью подъемных крючковых (табл. 25, рис. 13), болтовых (табл. 26, рис. 14), полосовых (табл. 27) и цапф (табл. 28, рис. 15). Для перемещения стержневых ящиков используют деревянные ручки, а для кантовки крупных моделей — специальные убирающиеся цапфы и скобы. Устройство для перемещения модельных комплектов изготавливают в том случае, если масса модели, отъемной части и стержневого ящика со смесью превышает 10 кг

Отделка рабочих поверхностей

Все поверхности грунтуют. Шпатлевка допускается только для выравнивания отдельных мест и стыкуемых поверхностей с последующей зачисткой шкуркой

Все поверхности грунтуют. Допускается шпатлевка поверхностей с последующей зачисткой их шкуркой

Класс прочности

I	II	III
---	----	-----

Окраска рабочих поверхностей

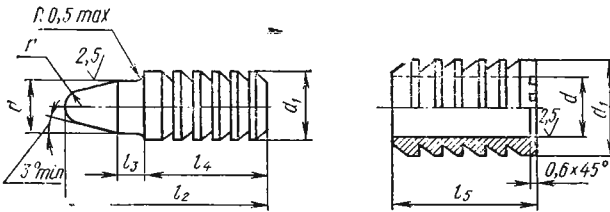
Лакокрасочными материалами (ГОСТ 9825—73), которые выбирают в зависимости от состава применяемых формовочных и стержневых смесей. Поверхность после окончательной окраски должна соответствовать классу покрытия по ГОСТ 9.032—77

II | II—III | IV

21. Ширина сегментов и их число в ряду

Заготовка диаметром, мм	Число сегментов	Минимальная ширина, мм	
		сегмента В для модели	сегмента В для стержневого ящика
Ø до 300 (при $H > 200$)	3	45	60
Ø 301—600 (при $H > 300$)	4	80±25	100±25
Ø 601—1250	6	100±15	120±15
Ø 1251—1500	8	120±15	120±15
Ø 1501	12	140±5	120±5

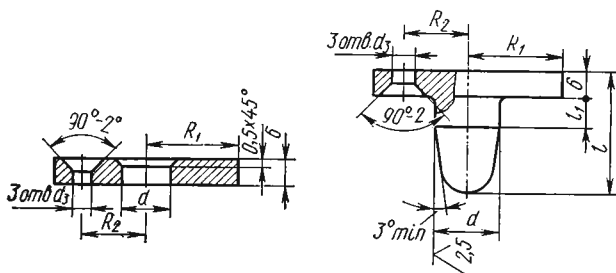
22. Конструкция и размеры металлических дюбелей



Средний габаритный размер модели или стержневого ящика $\frac{L+B}{2}$, мм	Материал	Размеры, мм							
		d	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	> l ₃	l ₄	l ₅
≤ 160	Сталь 45 по ГОСТ 1050—74 (допускается применение алюминиевых сплавов)	8	13	11	32	28	6	16	16
161—250		10	15	13	38	30	6	19	19
251—400		12	18	16	46	40	8	23	23
401—650		16	22	20	55	50	8	29	26
651—1000		20	26	23	69	65	10	36	33
1001—1600		25	32	30	87	80	12	45	42
> 1601		32	40	38	105	95	15	54	51

Примечание. Размеры l₁ и d₂ см. на рис. 9, а, в.

23. Конструкция и размеры фланцевых дюбелей



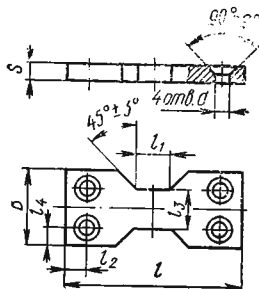
Среднегабаритный размер модели или стержневого ящика $\frac{L+B}{2}$, мм	Материал	Размеры, мм					
		d	R_1	R_2	d_3	l	$\geq l_1$
160	Сталь 45 по ГОСТ 1050—74 (допускается применение алюминиевых сплавов)	8	16	11	4,8		4
161—250		10	18	12,5	4,8	25	4
251—400		12	20	24	5,8	25	5
401—650		16	22,5	16	5,8	32	5
651—1000		20	27,5	20	7,0	32	6
1001—1600		25	32,5	25	7,0	40	6
1601		32	37,5	30	7,0	50	8

Примечание. В табл. 31, 32 L — длина, B — ширина.

24. Размеры клиновых креплений

Материал	Размеры, мм		
	B	l	l_1
Ст3 по ГОСТ 380—71* (допускается применение алюминиевых сплавов)	40	70	36
	50	80	40
	60	90	50
	80	100	60
	100	100	60

25. Конструкция и размеры пластин для крючковых подъемов

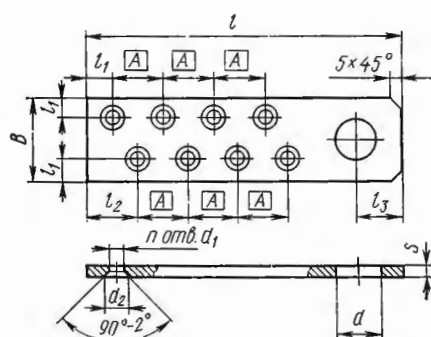


Грузоподъемность, кг	Материал крючка, пластины	Размер, мм						
		B	l	l_1	l_2	l_3	S	d
45	Ст3 по ГОСТ 380—71 *	30	70	8	10	14	5	5,8
65		36	80	10	12	18	5	7,0
80		45	90	12	16	22	6	10,0

26. Размеры болтовых подъемов

Грузоподъемность, кг	Материал болта, пластины	Размер, мм						
		болта, l	l_1	d	d_1	d_2	пластины	
							d_3	B
≤ 2000	Ст3 по ГОСТ 380—71 *	320—1000	50	50	20	M20	22	80
≤ 3000		500—1500	60	60	24	M24	26	90
≤ 5000		630—1800	60	60	30	M30	32	100
≤ 7200		800—2000	70	70	36	M36	38	100

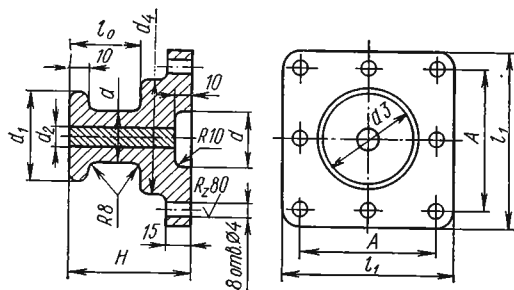
27. Конструкция и размеры пластин для полосовых подъемов



Допускаемая нагрузка на пластину, Н	Размер, мм									Число отверстий
	l	B	S	d	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	l ₃	
1 000	100	30	4	18	5,8	10,3	20,0	16	20	6
1 000	150	30	4	18	5,8	10,3	20,0	16	20	10
1 000	200	30	4	18	5,8	10,3	20,0	16	20	16
5 000	320	60	4	30	5,8	10,3	47,5	32	65	8
5 000	500	60	4	30	5,8	10,3	52,5	32	75	12
5 000	700	60	4	30	5,8	10,3	60,0	32	90	14
5 000	900	60	4	30	5,8	10,3	65,0	32	100	16
5 000	630	60	4	30	5,8	10,3	55,0	32	80	14
10 000	800	70	6	35	7,0	12,3	60,0	40	90	16
10 000	1000	70	6	35	7,0	12,3	70,0	40	100	18
16 000	800	80	10	40	10,0	16,5	60,0	50	90	16
16 000	900	80	10	40	10,0	16,5	65,0	50	90	18
16 000	1000	80	10	40	10,0	16,5	70,0	50	100	18
16 000	1250	80	10	40	10,0	16,5	80,0	50	120	20

Примечание. 1. Материал пластин — Ст3 (ГОСТ 380—71 *). 2. Смещение осей отверстий не более 1 мм.

28. Конструкция и размеры цапф для стержневых ящиков



Допускаемая нагрузка на цапфу, Н	Размер, мм								
	d	d_1	d_2	d_3	d_4	H	l_0	l_1	A
5000	32	60	10	65	$90 \pm 0,5$	80	36	120	$90 \pm 0,5$
9500	40	70	16	75	$120 \pm 0,5$	100	45	160	$120 \pm 0,5$

Примечание. Материал цапфы — сталь 35Л может быть заменен сталями 25Л, 30Л, 40Л, 45Л.

Нормы точности. Деревянные модели и стержневые ящики изготовляют трех классов точности (ГОСТ 11963—66) соответственно классам точности отливок.

Точность изготовления модельных комплектов зависит от серийности заказа на отливку: чем выше серия, тем выше должен быть класс точности модельного комплекта. В табл. 29 приведены максимально допускаемые отклонения по измеряемым размерам.

29. Точность изготовления деревянных модельных комплектов

Измеряемый размер (номинальный), мм	Классы точности		
	I	II	III
	Допускаемые отклонения, мм		
≤ 50	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
51—120	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$
121—260	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$
261—500	$\pm 0,4$	$\pm 0,7$	$\pm 0,8$
501—800	$\pm 0,4$	$\pm 0,9$	$\pm 1,0$
801—1250	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
1251—2000	$\pm 0,6$	$\pm 1,2$	$\pm 1,6$
2001—3150	$\pm 0,7$	$\pm 1,4$	$\pm 2,2$
3151—5000	$\pm 0,8$	$\pm 1,6$	$\pm 2,8$
5001—6300	—	$\pm 1,8$	$\pm 3,2$
6301—10 000	—	—	$\pm 4,0$

Примечания: 1. Допуски на моделях и стержневых ящиках должны быть одинаковыми по знаку. 2. Для модельных комплектов III класса точности приведены более жесткие отклонения по сравнению с допускаемыми (см. ГОСТ 11963—66).

Особенности изготовления стержневых ящиков для машинной формовки. Стержни изготовляют в неразъемных (вытряхных и выбивных) стержневых ящиках, как одногнездных, так и многогнездных, верхнюю часть которых делают параллельной основанию. Стержневые ящики для машинного изготовления стержней выполняют без отъемных частей и глубоких поднутрений строго определенных габаритных размеров. Габаритные размеры указывают на чертеже со ссылкой на нормаль или специальный чертеж, определяющий конструкцию и размеры устройств для крепления стержневого ящика к формовочной машине. Допустимые габаритные размеры стержневых ящиков приведены в табл. 30, а конструкция крепежного устройства изображена на рис. 16.

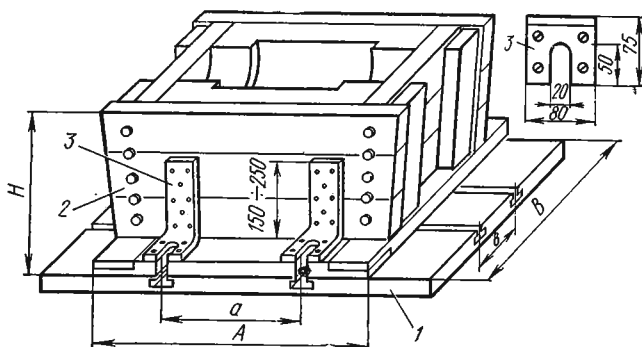


Рис. 16. Конструкция стержневого ящика для машинной формовки (размеры см. в табл. 42):

1 — стол машины, 2 — стержневой ящик, 3 — металлические угольники по два с двух сторон

30. Размеры стержневых ящиков

Формовочная машина		Размеры, мм (см. рис. 16)				
модель	грузоподъемность, кг	A	B	H	a	b
231	335	860/650	650/550	290/225	350	250
232	675	1100/950	1000/750	450/225	460	350
233	1350	1290/1000	1100/750	400/225	—	580
845	1350	1300/1200	1250/500	450/225	345	345

Примечание. В числителе максимальный, а в знаменателе минимальный габаритные размеры.

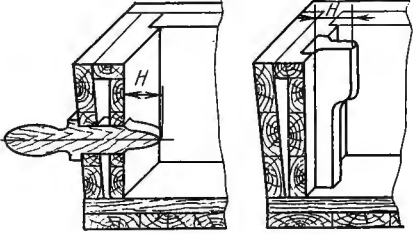
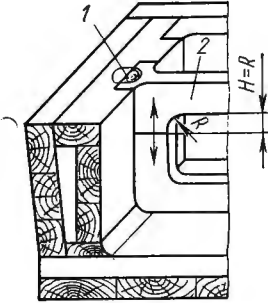
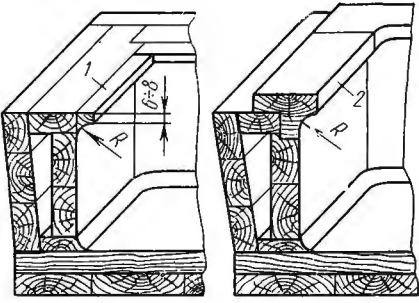
Особенности изготовления модельных комплектов для ЖСС и ХТС. На моделях, предназначенных для изготовления форм из жидких самотвердеющих (ЖСС) и холоднотвердеющих (ХТС) смесей, предусматривают несколько увеличенные формовочные уклоны (табл. 31) по сравнению с обычными (см. табл. 17). Такие уклоны назначают в том случае, если на чертеже не указаны конструктивные уклоны. Особенности изготовления стержневых ящиков для ЖСС и ХТС, твердеющих без теплового воздействия, приведены в табл. 32.

31. Формовочные уклоны

Высота поверхности модели, извлекаемой из формы, мм	Величина уклона, мм, поверхностей			
	образующих полость формы		оформляющих узкие выступы и углубления в полости формы	
	Металлическая, пластмассовая модель	Деревянная модель	Металлическая, пластмассовая модель	Деревянная модель
≤20	0,5	1,0	1,5	2,5
21—30	0,5	1,5	2,0	3,0
31—50	1,0	1,5	3,0	4,0
51—75	1,5	2,0	4,0	5,0
76—100	1,5	2,0	5,0	6,0
101—150	2,0	2,5	6,0	7,0
151—200	2,0	3,0	7,0	8,0
201—300	2,5	4,0	8,0	9,0
301—500	3,0	5,0	—	10,0
501—800	—	6,0	—	10,0
801—1180	—	8,0	—	10,0
1181—2000	—	10,0	—	10,0

32. Особенности изготовления стержневых ящиков

Элемент стержневого ящика	Графическое изображение
<p>1. Формовочные уклоны b на выступающие части (углубления) назначают в зависимости от их высоты h_b (в скобках указаны числовые значения уклона), мм: ≤20 (4), 21—30 (5), 31—50 (6), 51—75 (7), 76—100 (8), 101—150 (9), 151—200 (10), >200 (12). Формовочные уклоны a на ребра назначают в зависимости от их высоты h_a (в скобках указаны числовые значения уклонов), мм: ≤20 (3), 21—30 (4), 31—50 (5), 51—75 (6), 76—100 (7), 101—150 (8), 151—200 (9), >200 (10)</p>	
<p>2. Муфты 1 и замкнутые рамки 2, имеющие отношение высоты H к ширине не больше 0,75 : 1, изготавливают из двух разрезных отъемных частей 3, вставляемых в вертикальную стенку или дно ящика. В остальных случаях их крепят наглухо к стенке или дну ящика</p>	

Элемент стержневого ящика	Графическое изображение
<p>3. Выступающие части, имеющие высоту $H \leq 70$ мм, крепят наглухо к вертикальной стенке. В остальных случаях их выполняют съемными или протяжными скалками</p>	
<p>4. Все съемные части должны иметь металлические (или деревянные) ручки или подъемы 1. Ребра 2, имеющие в середине окно, выполняют разрезными; ребра разрезают ниже галтели на величину $H = R$</p>	
<p>5. Галтели $R \leq 20$ мм со стороны набивки (налвки) выполняют креплением планки 1 на стенке, галтели $R > 20$ мм — осадными планками 2</p>	

Окраска модельных комплектов. Чтобы предохранить материал моделей и стержневых ящиков от набухания, исключить прилипание к ним формовочных и стержневых смесей, производят окраску модельных комплектов. Перед окраской рабочие поверхности грунтуют, шпатлюют и зачищают шкуркой.

Для зачистки рабочих поверхностей деревянных модельных комплектов применяют шлифовальную шкурку на тканевой или бумажной основе. Стекланную шкурку используют для зачистки мягких пород дерева.

В табл. 33 приведены отличительные цвета окраски (ГОСТ 2413—67) модельных комплектов.

33. Цвета окраски

Поверхность модельного комплекта	Отличительная окраска
Поверхности моделей и стержневых ящиков, соответствующие поверхностям отливок, не подвергающимся обработке резанием	Основной цвет окраски красный, серый и желтый соответственно для модельных комплектов отливок чугуновых, стальных и из цветных сплавов Черные круглые пятна диаметром до 20 мм по основному цвету окраски
Поверхности моделей и стержневых ящиков, соответствующие поверхностям отливок, подвергающимся обработке резанием	Черный цвет
Поверхности стержневых знаков и других не заливаемых жидким металлом частей	Наклонные черные полосы по основному цвету окраски. Ширина черных полос $\frac{1}{4}$ расстояния между ними, но не более 20 мм Окантовка черной полосой. Ширина полосы 6—20 мм
Поверхности моделей и стержневых ящиков, образующих углубления в литейной форме под заделку их смесью	Основной цвет окраски. По контуру сопрягаемых элементов литниковой системы черная полоса
Поверхности сопряжения моделей и стержневых ящиков с их отъемными частями	Основной цвет окраски с окантовкой и штриховкой в клетку черными полосами. Ширина полос $\frac{1}{4}$ расстояния между ними, но не более 20 мм
Поверхности элементов литниковой системы, прибылей, выпоров, приливов и проб для контрольных испытаний	Основной цвет окраски
Поверхности под установку холодильников	
Поверхности «фальшивых» плит, шаблонов	

Примечание. Допускается нанесение дополнительных обозначений, например, мест установки жеребеек, выполнения галтелей и др.

§ 14. Металлические модельные комплекты

Выбор материала. Металлические модельные комплекты имеют более высокую прочность, чем деревянные, однако их применение в условиях массового, крупносерийного и серийного производства отливок одного наименования ограничивается следующими факторами: увеличением стоимости и сроков изготовления, недостаточной во многих случаях мощностью модельных цехов и участков. При выборе материала для модельного комплекта нужно учитывать экономическую целесообразность и условия выполнения требований заказа. В табл. 34 приведены данные, обуславливающие целесообразность изготовления модельного комплекса из алюминиевых сплавов в зависимости от сложности массы и годового выпуска отливок.

34. Минимальный годовой выпуск отливок, шт.

Группа сложности отливок по прежнему № 25-01	Минимальный годовой выпуск отливок при их массе, кг							
	[<1	1—3	3—10	10—20	20—50	50—200	200—500	500—1000
1, 2, 3	1440	1280	1120	888	800	688	600	480
4, 5	1330	1107	1012	770	702	600	560	430

Литые заготовки. Изготовление литых заготовок для металлических моделей не отличается от технологического процесса получения отливок в единичном производстве, за исключением того, что промодели делают с двойной усадкой, учитывающей усадку сплава отливки.

Заготовки должны быть плотными, без усадочных, газовых и песчаных раковин; не иметь перекосов, коробления и трещин. На обрабатываемых и необрабатываемых поверхностях допускаются литейные дефекты, которые можно исправить горячей и холодной заваркой, пайкой припоями (табл. 35) и заделкой замазками (табл. 36). Исправленные дефекты не должны снижать качество модельного комплекта.

35. Состав припоя для пайки алюминиевых модельных комплектов, % по массе

№ припоя	Олово	Цинк	Медь	Алюминий	Свинец	Сурьма	Кадмий	Применяемый флюс
1	55	25	—	—	—	—	20	Смесь хлористого аммония (нашатыря) с хлористым цинком
2	40	25	—	15	—	—	20	
3	78	8	—	9	—	—	5	
4	35	30	—	—	35	—	—	
5	63	18	3	13	1	2	—	

36. Составы замазок

Наименование компонента	Состав в массовых частях для модельных комплектов		Живучесть, ч	Способ приготовления
	алюминиевых	стальных и чугуновых		
Эпоксидная смола ЭД5	100	100	0,5	Смолу тщательно перемешивать (не менее 5 мин) с дибутилфталатом, затем добавить полиэтиленполиамин и железный или алюминиевый порошок и перемешивать 7 мин по получения жидкообразной массы. Замазку наносят шпателем
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	12	12		
Дибутылфталат (пластификатор)	20	20		
Железный порошок (наполнитель)	—	100		
Алюминиевый порошок (наполнитель)	30	—		

Классы точности и шероховатости. Металлические модельные комплекты изготовляют трех классов точности соответственно классам точности изготовления отливок. Допускаемые отклонения по измеряемым размерам не должны превышать величин, приведенных в табл. 37. Литниковые системы обрабатывают с допуском, не превышающим $\pm 0,5$ мм.

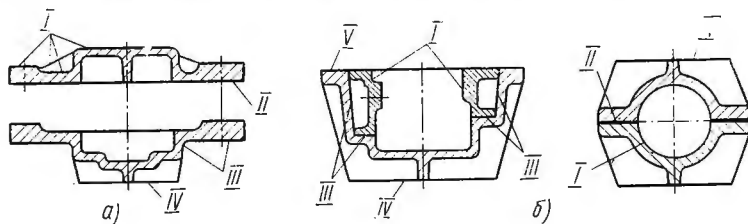
37. Предельные отклонения размеров

Измеряемый размер (номинальный), мм	Класс точности	Допускаемые отклонения, мм				
		наружных размеров моделей		внутренних размеров моделей и гнезд стержневых ящиков		межцентровых расстояний
		нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	
≤ 120	I	0	+0,10	-0,06	+0,04	$\pm 0,05$
	II	0	+0,15	-0,09	+0,06	$\pm 0,07$
	III	0	+0,20	-0,12	+0,08	$\pm 0,10$
121—260	I	0	+0,10	-0,06	+0,04	$\pm 0,05$
	II	0	+0,20	-0,12	+0,08	$\pm 0,10$
	III	0	+0,30	-0,18	+0,12	$\pm 0,15$
261—500	I	0	+0,15	-0,09	+0,06	$\pm 0,07$
	II	0	+0,30	-0,18	+0,12	$\pm 0,15$
	III	0	+0,40	-0,24	+0,16	$\pm 0,20$
501—800	I	0	+0,20	-0,12	+0,08	$\pm 0,10$
	II	0	+0,40	-0,24	+0,16	$\pm 0,20$
	III	0	+0,60	-0,36	+0,24	$\pm 0,30$
801—1250	I	0	+0,25	-0,15	+0,10	$\pm 0,12$
	II	0	+0,50	-0,30	+0,20	$\pm 0,25$
	III	0	+0,70	-0,42	+0,28	$\pm 0,35$
1250—2000	I	0	+0,35	-0,21	+0,14	$\pm 0,17$
	II	0	+0,70	-0,42	+0,28	$\pm 0,35$
	III	0	+0,90	-0,54	+0,36	$\pm 0,45$

Примечание. Предельные отклонения угловых размеров при пересчете их в линейные не должны превышать указанных в таблице величин.

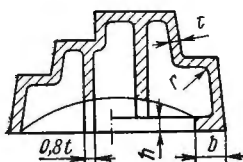
В табл. 38 приведены классы шероховатости рабочих поверхностей модельного комплекта.

38. Классы шероховатости рабочих поверхностей



Назначение поверхности	Класс точности	Класс шероховатости поверхностей			
		модели (а) для форм		стержневого ящика (б) для формовки	
		песчаноглинистых	получаемых средним и высоким давлением	машинной (встряхиванием) и ручной	пескоструйной и пескострельной
Рабочие I	I	6	7	6	6
	II	6	7	6	6
	III	5	—	5	—
Разъемы II	I	6	6	6	6
	II	5	5	5	6
	III	4	—	5	—
Сопрягаемые III	I	5	5	6	6
	II	5	5	5	5
	III	4	—	4	—
Установочные IV	I	4	4	3	5
	II	4	4	3	5
	III	3	2	3	—
Уплотнения V	I	—	—	4	6
	II	—	—	4	6
	III	—	—	4	—

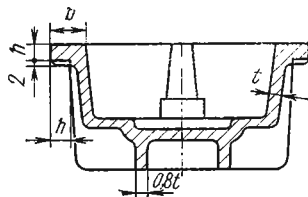
39. Размеры стенок, ребер, бортов для моделей



Средний габаритный размер $\frac{L+B}{2}$, где L —длина, B —ширина, мм	Толщина стенки t моделей, мм		r	Толщина бортов h моделей, мм		p	Ширина бортов b моделей, мм	
	алюминиевых	чугунных		алюминиевых	чугунных		алюминиевых	чугунных
≤250	$8^{+1,5}_{-0,5}$	$6^{+1,5}_{-0,5}$	5	$12^{+1,5}_{-0,5}$	$10^{+1,0}_{-0,5}$	22	$20^{+1,5}_{-1,0}$	$20^{+1,5}_{-1,0}$
251—400	$9^{+2,0}_{-1,0}$	$7^{+1,5}_{-0,5}$	8	$14^{+2,0}_{-1,0}$	$12^{+1,5}_{-0,5}$	27	$48^{+2,0}_{-1,0}$	$46^{+2,0}_{-1,0}$
401—630	$10^{+2,0}_{-1,0}$	$8^{+2,0}_{-1,0}$		$15^{+2,0}_{-1,0}$	$13^{+2,0}_{-1,0}$		$48^{+2,0}_{-1,0}$	$46^{+2,0}_{-1,0}$
631—1000	$12^{+2,0}_{-1,0}$	$10^{+2,0}_{-1,0}$	10	$17^{+2,0}_{-1,0}$	$15^{+2,0}_{-1,5}$	32	$58^{+2,0}_{-1,0}$	$55^{+2,0}_{-1,0}$
1001—1600	$15^{+3,0}_{-2,0}$	—		$18^{+2,0}_{-1,0}$	$16^{+2,0}_{-1,0}$		$60^{+2,0}_{-2,0}$	$60^{+2,0}_{-2,0}$
1601—2000	$18^{+3,0}_{-2,0}$	—	12	$20^{+2,0}_{-1,0}$	$18^{+2,0}_{-1,0}$	35	$60^{+2,0}_{-2,0}$	$60^{+2,0}_{-2,0}$

Примечание. Толщину стенок моделей, применяемых для формовки под высоким давлением, допускается увеличивать до 35%.

40. Размеры стенок, ребер, бортов для стержневых ящиков



Средний габаритный размер $\frac{L+B}{2}$, где L — длина, B — ширина, мм	Толщина стенки t стержневых ящиков, мм		r	Толщина бортов h стержневых ящиков, мм		n	Ширина болтов b стержневых ящиков, мм	
	алюминиевых	чугунных		алюминиевых	чугунных		алюминиевых	чугунных
≤250	$8^{+1,5}_{-0,5}$	$6^{+1,5}_{-0,5}$	5	$14^{+1,5}_{-0,5}$	$12^{+1,0}_{-0,5}$	22	$35^{+1,5}_{-1,0}$	$30^{+1,5}_{-1,0}$
251—400	$10^{+2,0}_{-1,0}$	$8^{+2,0}_{-1,0}$	8	$16^{+2,0}_{-1,0}$	$14^{+2,0}_{-0,5}$	27	$45^{+2,0}_{-1,0}$	$40^{+2,0}_{-1,0}$
401—630	$12^{+2,0}_{-1,0}$	$10^{+2,0}_{-1,0}$		$20^{+2,0}_{-1,0}$	$18^{+1,5}_{-0,5}$		$45^{+2,0}_{-1,0}$	$40^{+2,0}_{-1,0}$
631—1000	$15^{+3,0}_{-2,0}$	$12^{+2,0}_{-1,0}$	10	$24^{+2,0}_{-1,0}$	$22^{+2,0}_{-1,0}$	32	$55^{+2,0}_{-2,0}$	$50^{+2,0}_{-2,0}$
1001—1600	—	—		$24^{+2,0}_{-1,0}$	$22^{+2,0}_{-1,0}$		$60^{+2,0}_{-2,0}$	$55^{+2,0}_{-2,0}$
1601—2000	—	—	12	$24^{+2,0}_{-1,0}$	$22^{+2,0}_{-1,0}$	35	$60^{+2,0}_{-2,0}$	$55^{+2,0}_{-2,0}$

Конструктивные элементы. Конструкция металлических моделей и стержневых ящиков должна обеспечивать жесткость и прочность при минимальной массе.

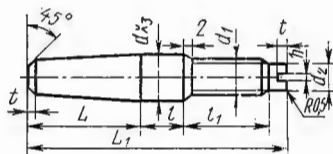
Модели допускается изготовлять сплошными только при средних габаритных размерах.

Корпус стержневого ящика высотой до 400 мм можно выполнять цельнолитым, свыше 400 мм — составным, но с обязательной фиксацией контрольными штифтами или взаимной врезкой отдельных частей. Уклон стенок корпуса при высоте вкладыша до 150 мм равен 6°, от 151—250 мм — 5°, свыше 250 мм — 3°.

В табл. 39, 40 приведены основные размеры конструктивных (ГОСТ 13138—67) элементов моделей и стержневых ящиков.

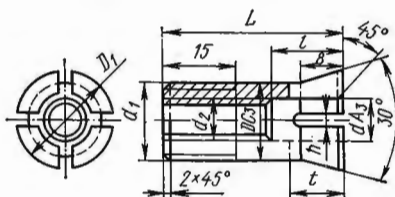
В табл. 41 даны размеры соединительных элементов металлических стержневых ящиков, а на рис. 17 — графические изображения их конструкции.

43. Размеры регулируемых штырей, мм



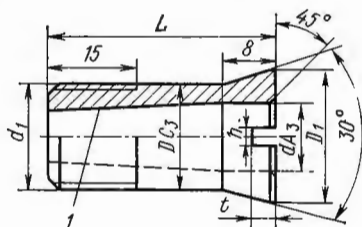
d	d ₁	d ₂	L		L ₁		l	l ₂	h	t	№ конуса Морзе
			короткого	длинного	короткого	длинного					
8	M6	4,5	15	30	49	64	8	22	0,8	1,5	0
10	M8	6	20	35	61	76	10	26	1,0	2,0	1
11	M10	7,5	25	40	72	87	12	30	1,2	2,4	1

44. Размеры разрезных втулок к регулируемым штырям, мм



d	d ₁	d ₂	D	D ₁	L	l	h	t
8	M14	M6	14	17,7	30	12	1,5	10
10	M16	M8	16	19,7	36	15	1,5	12
12	M18	M10	18	21,7	42	20	2,0	14

45. Размеры направляющих втулок к регулируемым штырям, мм



d	d ₁	D	∅D ₁	L	h	t	№ конуса Морзе
8	M14	14	17,7	30	2,5	3	0
10	M16	16	19,7	36	2,5	3	1
12	M18	18	21,7	42	3,0	4	1

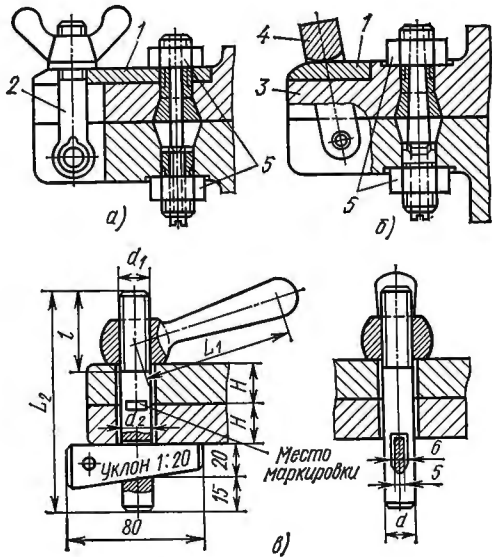


Рис. 18. Затворы:

а — с барашком, б — с шарнирной скобой, в — клиновидный, 1 — стальные накладки, 2 — шарнирный болт, 3 — ушки, 4 — шарнирная скоба, 5 — штырьевой узел

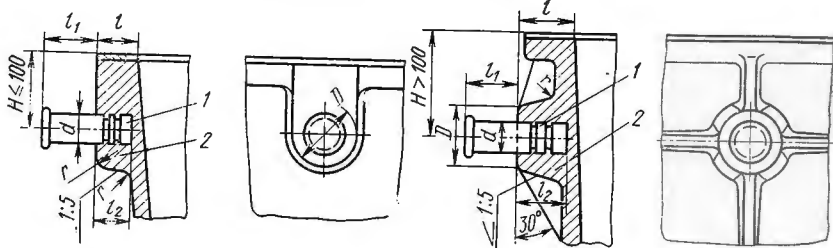
Половинки стержневых ящика спаривают затвор (рис. 18) с барашком (а), шарнирной скобой (б) и штырем с клином (в). Для удобства перемещения и безопасности работы металлические стержневые ящики должны иметь ручки, цапфы (табл. 46) и другие устройства.

Стержневые ящики пескодувной и пескострельной формовки изготавливают из стали (Ст3), чугуна (СЧ 20), алюминиевых сплавов (АЛ38, АЛ4, АЛ14В), из олова и пластмассы. Стержневые ящики имеют воздухоотводные и вдувные отверстия. Отношение площади сечения вдувного отверстия к площади сечения отводного отверстия равно 0,2—0,3. При массовом производстве стержней это отношение увеличивают до 0,4—0,5.

На обеих половинах стержневого ящика имеются канавки, одна из которых шириной 5 мм, а другая шире первой на 0,7—1,0 мм. В узкую канавку вставляют мягкую прорезинированную ленту, которая при спаривании стержневого ящика своим выступающим концом входит в широкую канавку, обеспечивая герметизацию стыка. Возможны и другие способы уплотнения стыков стержневых ящиков.

Вентиляция стержневого ящика осуществляют латунными вентилями (табл. 47) реже перфорированными листами или сетками с отверстиями диаметром 0,7—1,0 мм. Сетки и листы накладывают на вентилируемые места. Вентиляционные плиты для вент изготавливают из чугуна или алюминия толщиной 15—20 мм.

46. Размеры приливов 2 и цапф 1, мм



Нагрузка на цапфу, Н	D	d	l	l ₁	l ₂	l ₃
2000	50	20	80	40	45	10
3000	55	25	90	60	45	10
4500	70	32	110	60	60	15
10 000	90	40	120	70	70	15

47. Размеры вент

Эскиз	Номер вента	D _н , мм	d, мм	C, мм	Число прорезей, n, шт	Суммарная площадь сечения прорезей, мм ² (ΣS _{пр})	h, мм	
							для плоской поверхности	для криволинейной поверхности
	1	6,5	4,0	1,5	3	3	1,5	4
	2	8,0	5,5	1,5	4	15	1,5	4
	3	9,5	7,0	1,5	5	8	1,5	4
	4	12,5	10,0	1,5	6	14	1,5	4
	5	16,0	13,5	2,0	7	21	1,5	4

Нагреваемые стержневые ящики изготавливают из стали (Ст3, сталь 45) и чугуна (СЧ 20). Чугунные заготовки для нагреваемых стержневых ящиков подвергают двукратному до и после обдирки отжигу. Режим отжига: нагрев до 600—650°С со скоростью 50—60 град/ч, выдержка при этой температуре 2 ч, охлаждение до комнатной температуры со скоростью не более 40 град/ч.

Отличительной особенностью нагреваемых стержневых ящиков является наличие системы механизированных выталкивателей, которые монтируют индивидуально или на специальной плите. Выталкиватели устанавливают против знаков, элементов литниковой системы и других нерабочих частей стержня.

Для простых стержневых ящиков расстояние между выталкивателями 100—130 мм, а для более сложных — 50—70 мм. Зазор между выталкивателем и отверстием для него в стержневом ящике равен 0,15—0,25 мм.

§ 15. Пластмассовые модельные комплекты

Способ изготовления. Пластмассовые модели на основе эпоксидных смол имеют высокую механическую прочность и точность; не подвергаются короблению, разбуханию, усушке, коррозии; обладают малым коэффициентом прилипаемости и незначительной силой сцепления с формовочной и стержневой смесью.

Пластмассовые модельные комплекты изготавливают двух классов прочности: I — для крупносерийного и серийного производства отливок, II — для мелкосерийного и единичного производства отливок. В зависимости от класса прочности пластмассового модельного комплекта выбирают один из двух основных способов изготовления (табл. 48): литьевой или контактный (рис. 19).

Контактный способ используют при изготовлении сложных моделей (или стержневых ящиков) с выступающими тонкими частями. Контактный спо-

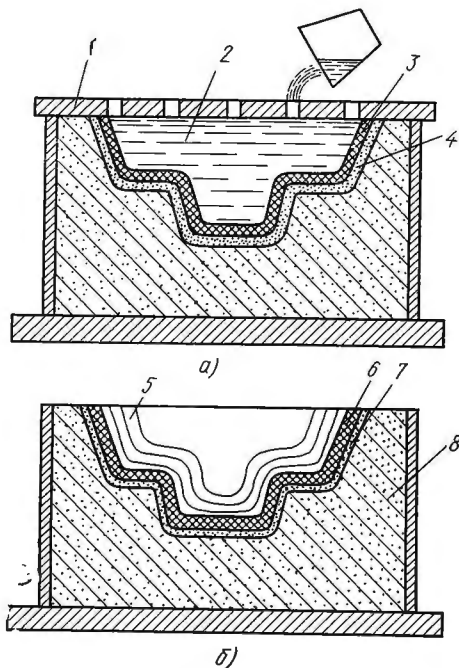


Рис. 19. Литевой (а) и контактный (б) методы изготовления пластмассовых моделей:

1 — плита, 2 — эпоксидный состав, 3, 6 — декоративный слой (эпоксидная смола), 4 — разделительный слой, 5 — стеклоткань, 7 — разделительный слой, 8 — форма

стержневого ящика) от гипса и разделительного покрытия.

11. Сверление отверстий в моделях под монтаж и их армирование металлическими полосами.

12. Монтаж модели на модельную плиту.

48. Способы изготовления пластмассовых модельных комплектов

Способ изготовления	Обеспечение класса прочности не ниже	Ориентировочное число съемок при формовке	
		ручной	машинной
Литевой с армированием	I	3000	3 000
Контактный наплавлением наполнителя из стеклоткани	II, I	4000	35 000
Литевой без армирования	II	2000	25 000

Примечание. Для акриловых самотвердеющих составов применяют также способ изготовления модельных комплектов прессованием, обеспечивающий I и II классы прочности.

способ изготовления пластмассовых модельных комплектов, включающие технологические операции:

1. Зачистку поверхностей сухой гипсовой формы шлифовальной шкуркой.

2. Удаление из формы остатков гипса и пыли кистью.

3. Нанесение на гипсовую форму разделительного состава.

4. Приготовление состава эпоксидной смолы для облицовочного слоя.

5. Нанесение облицовочного состава на подготовленную форму кистью равномерным слоем по всей поверхности. Кистью по поверхности формы проводят 4—5 раз до начала желатинизации смолы.

6. Послойное формование модели или стержневого ящика (через 20—24 ч после нанесения облицовочного слоя). Куски стеклоткани (стекложгута, стеклоленты и т. д.) пропитывают эпоксидной смолой.

7. Выдержку модели (или стержневого ящика) в форме 2—3 дня при температуре 20—25° С.

8. Зачистку плоскости разреза на фрезерном станке.

9. Извлечение модели (или стержневого ящика) из гипсовой формы.

10. Очистку модели (или

литевой) способ применяют при изготовлении мелких модельных комплектов цельнолитых или облегченных с деревянными или из других материалов вставками.

При литевом способе изготовления модельных комплектов в гипсовую форму заливают состав эпоксидной смолы. Остальные технологические операции выполняют так же, как и при контактном способе.

Основные требования. К изготовлению пластмассовых модельных комплектов предъявляют следующие основные требования.

1. Толщина t стенок и ребер моделей и стержневых ящиков в зависимости от их среднего габаритного размера (мм) должна быть не менее нижеприведенных значений, мм.

$\frac{L+B}{2}$	t
до 100	7
101—300	8
301—500	9
501—700	10
701—900	11
901—1100	12
1101—1300	13
1301—1500	15

2. Расстояние между ребрами жесткости не должно превышать 300 мм.

3. Разъемные стержневые ящики скрепляют болтовыми и клиновыми стяжками, скобами и другими металлическими замками. Крупные стержневые ящики соединяют несколькими рядами крепежных приспособлений. Расстояние между крепежными приспособлениями не должно превышать 300 мм, а между стяжками болтами — 500 мм.

4. Галтели выполняют в теле модели, стержневого ящика или отъемными планками и рамками.

5. Быстроизнашивающиеся выступающие и заостренные кромки армируют стальными пластинами толщиной 3—4 мм. Стальные пластины крепят винтами и гайками на клею. В качестве клея применяют составы на основе эпоксидных смол.

6. Отъемные части крепят металлическими цилиндрическими шипами (дюбелями) и шипами в виде клинового соединения «ласточкин хвост».

7. Плоскость разреза модели должна быть ровной по всей площади. Допускаемая вогнутость не более 1,5 мм на 100 мм длины модели. При необходимости плоскость разреза пустотелой модели обшивают деревянными вставками, щитами, древесностружечными плитами.

8. Рабочие поверхности моделей и стержневых ящиков окрашивают композицией на основе эпоксидных самотвердеющих составов. В качестве красителей применяют лак рубиновый ЖК, сурик свинцовый, нитрокраску красную и черную, сурик желтый, пудру алюминиевую и др. По согласованию с потребителем допускается модельные комплекты не окрашивать.

9. Дефекты исправляют составами на основе эпоксидных смол, соответствующих составу материала стержневого ящика.

10. Формовочные уклоны, цвета окраски, маркировки и нормы точности исполнительных размеров такие же, как и для деревянных модельных комплектов.

Основные материалы и рецептура составов. Пластические массы для модельных комплектов состоят из эпоксидной смолы, пластификатора, отвердителя, наполнителя (табл. 49, 50).

Для изготовления пластмассовых модельных комплектов применяют эпоксидные смолы, представляющие вязкую жидкость, которая имеет цвет от желтого до коричневого. Жидкие эпоксидные смолы достаточно устойчивы при комнатной температуре, но при понижении температуры они густеют.

Пластификаторы вводят в эпоксидные смолы для увеличения ударной вязкости, снижения хрупкости и повышения эластичности пластмасс.

Отвердители предназначены для отверждения состава пластмассы. Отверждение эпоксидной смолы начинается с момента введения в нее отвердителя.

Наполнители применяют для повышения твердости и ударной вязкости отвержденных пластмасс, а также с целью снизить расход эпоксидных смол.

49. Исходные материалы для изготовления пластмасс

Эпоксидная смола	Пластификатор	Отвердитель	Наполнитель
ЭД-16	Дибutilфталат	Полиэтилен-полнамин	Стеклоткань
ЭД-20	Дикаприлфталат	Гексаметилен-диамин	Ткань жгутов ГЖС-0,85
«Эпокси 2100» «Эпокси 2200»	Диоктилфталат Трикрезилфосфат	— —	Стекложгут Стеклолента

Примечание. При изготовлении литьевым способом в качестве наполнителя применяют железный и алюминиевый порошки, древесные опилки, цемент, графит и др.

50. Рецептуры пластических масс на основе эпоксидных смол

№ состава	Содержание материалов в массовых частях														
	ЭД-16	ЭД-20	«Эпокси 2100»	«Эпокси 2200»	пластификатор	полиэтиленполнамин	гексаметилендиамин	стеколонанолитель	ускоритель к «Эпокси 2100»	ускоритель к «Эпокси 2200»	отвердитель к «Эпокси 2100»	отвердитель к «Эпокси 2200»	алюминиевый порошок	железный порошок	древесные опилки
1	100	—	—	—	20	10	—	40	—	—	—	—	—	—	—
2	100	—	—	—	20	10	—	—	—	—	—	—	100	—	—
3	100	—	—	—	20	10	—	—	—	—	—	—	—	100	—
4	—	100	—	—	12	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	100	—	—	12	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	100	—	—	12	11	—	40	—	—	—	—	—	—	—
7	—	100	—	—	12	11	—	—	—	—	—	—	100	—	—
8	—	100	—	—	12	11	—	—	—	—	—	—	—	100	—
9	—	100	—	—	12	11	—	—	—	—	—	—	—	—	30
10	—	—	100	—	—	—	—	40	0,5	—	8	—	—	—	—
11	—	—	100	—	—	—	—	—	0,5	—	8	—	70	—	—
12	—	—	100	—	—	—	—	—	0,5	—	8	—	70	—	—
13	—	—	—	100	—	—	—	40	—	0,7	—	8,5	—	—	—
14	—	—	—	100	—	—	—	—	—	0,7	—	8,5	70	—	—
15	—	—	—	100	—	—	—	—	—	0,7	—	8,5	—	70	—

Примечания: 1. При изготовлении модельных комплектов литьевым способом количество сыпучего наполнителя уменьшается в 4—5 раз. 2. Приведенные пластмассы по своим технологическим свойствам существенно не различаются и могут выбираться в зависимости от имеющихся материалов и с учетом необходимых механических свойств.

Разделительные покрытия. В качестве разделительных покрытий применяют специальные составы или отдельные компоненты (минеральные масла, силиконовые жидкости, технический глицерин и др.). Разделительные составы (табл. 51) наносят на поверхность кистью, пульверизатором или окунанием.

Продолжительность сушки разделительных составов зависит от относительной влажности воздуха, его температуры, скорости циркуляции и других причин.

Изготовление мастер-модели. Технологический процесс изготовления гипсовой мастер-модели включает формовку отдельных частей моделей и последующую их сборку. Согласно чертежу литой детали модель разбивают на отдельные элементы, представляющие собой тела прямолинейные и тела вращения. Тела вращения изготовляют с помощью металлических шаблонов из листового железа толщиной 0,3—1,0 мм. Металлические шаблоны укрепляют на досках, имеющих приближенную формовку шаблона так, чтобы рабочий контур шаблона выступал на 1,5—2,0 мм.

Шпателем на плиту, покрытую разделительным составом, наносят раствор гипса (табл. 52). Вращением шаблона вокруг центра удаляют излишки гипсового раствора, затем наносят следующую порцию раствора гипса и снова вращают шаблон. Процесс повторяется до получения гипсового элемента, соответствующего геометрии шаблона. Готовый элемент сушится или твердеет на воздухе. Аналогично изготовляют тела прямолинейные.

После разметки и обработки гипсовых элементов рубанками, стамесками, напильниками и зачистки шкуркой производят сборку. На сопрягаемую поверхность отдельных элементов наносят шпателем крестообразные бороздки глубиной 2—3 мм. Затем сопрягаемую поверхность покрывают в два слоя спиртовым раствором шеллачного лака и сушат. После сушки на сопрягаемую поверхность наносят раствор жидкого гипса, элементы подводят друг другу и стыкуют.

51. Разделительные покрытия

№ состава	Содержание материалов, %											Способ приготовления			
	нитролак № 951	пчелиный воск	скипидар	мыло	крахмал картофельный	вода	спирт поливиниловый	спирт этиловый	сырая резина	толуол	жидкое стекло		стеарин, керосин	клей столярный	шеллак
1	—	30	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Пчелиный воск растворяют в скипидаре
2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	5	—	95	—	—	—	—	—	—	—	—	Мыльный порошок или стружку растворяют в подогретой до 40—50° С воде
4	—	—	—	—	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Разводят крахмал в небольшом количестве холодной воды, затем раствор выливают в кипящую воду
5	—	—	—	—	—	45	10	45	—	—	—	—	—	—	Этиловый спирт разбавляют водой, затем в раствор при помешивании вводят поливиниловый спирт
6	2	—	—	—	—	—	—	—	20	80	—	—	—	—	Сырую резину вводят в толуол, затем состав перемешивают до полного растворения сырой резины

№ состава	Содержание материалов, %											Способ приготовления	
	нитролак № 951	скипидар	мыло	крахмал карго-фельный	вола	спирт поливиниловый	спирт этиловый	сырая резина	толуол	жидкое стекло	стеарин, керосин		клей столярный
7	—	—	—	—	28,5	—	—	—	71,5	—	—	—	Жидкое стекло разводят в воде. Воск и стеарин растапливают в ванне, затем вливают керосин, перемешивая состав. Полученную массу выно подогревают в ванне. Размолотый клей разворяют в специальном сосуде с нагреваемой водой. Этиловый спирт разворяют в шеллаке
8	—	14	—	—	—	—	—	—	—	28	58	—	
9	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	30	—	
10	—	—	—	—	—	84	—	—	—	—	—	16	

Примечание. Приведенные составы разделительных покрытий по своим свойствам существенно не отличаются и выбираются в зависимости от имеющихся материалов.

При стыковке происходит выдавливание гипсового раствора, который используют для шпатлевания шва. Шпатлевание шва выполняют циклем или продольным шпателем.

После сборки готовую гипсовую мастер-модель покрывают 2—3 раза нитролаком или шеллачным лаком мягкой кистью до получения гладкой поверхности. После сушки мастер-модель шлифуют шкуркой.

52. Гипсовые растворы для мастер-модели и форм

Наименование материалов]	Состав растворов в массовых частях			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Гипс	100	100	100	100
Известковое молоко	100	—	—	—
Раствор мочевиноформальдегидной смолы	—	—	100	125
Вода	—	100	—	—
Цемент	—	—	—	25

Изготовление форм. Формы для пластмассовых моделей на основе эпоксидных смол изготавливают в основном из гипса (табл. 52) в такой последовательности:

1. На модельную плиту устанавливают мастер-модель.
2. Мастер-модель и рабочую часть модельной плиты покрывают разделительным составом, который после затвердевания полируют.
3. Приготавливают гипсовый раствор.

4. Устанавливают деревянную рамку, образующую замкнутое пространство вокруг модели.

5. Производят заливку гипсового раствора в полость рамки.

6. Извлекают мастер-модель и рамку из формы.

7. Сушат 10—12 ч гипсовую форму в сушильном шкафу при температуре 50—70° С. Продолжительность сушки при комнатной температуре до трех суток.

На рис. 20 изображена заливка формы гипсовым раствором. Стойкость гипсовой формы до 5 съемов. Для повышения прочности выступающие части формы армируют проволокой, стеклотканью, стекложгутом и др. Аналогично изготавливают формы и для стержневых ящиков по мастер-модели для стержня.

Правила техники безопасности. Эпоксидные смолы, а также отвердители, входящие в состав пластмасс, токсичны и вредно действуют на кожу и слизистую оболочку. Поэтому при работе с ними необходимо соблюдать определенные правила техники безопасности, которые заключаются в следующем.

1. Работать необходимо в хлопчатобумажном халате, резиновом фартуке и резиновых перчатках. Руки должны быть защищены пастой Селецкого или специальными другими защитными составами. Состав пасты Селецкого, %: метилцеллюлоза — 4, глицерин — 11,7, белая глина — 7,8, тальк — 7,8, вода — 68,7.

2. Рабочие помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

3. Приготовление эпоксидных составов и нанесение их на изделия, а также механическая обработка модельных комплектов, должны производиться на рабочих местах, имеющих местную вытяжную вентиляцию.

4. Развес исходных материалов и их перемешивание должны выполняться в специальном шкафу с вытяжкой.

5. Скорость движения воздуха в рабочих зонах местных вытяжных устройств должна быть 0,7—3,0 м/с.

6. Удаляемый воздух перед выбросом в атмосферу должен очищаться с помощью циклонов или других очистных устройств.

7. В рабочем помещении хранить исходные материалы запрещается. Помещения должны быть оборудованы вентиляцией.

8. К работе с эпоксидными смолами допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр, обучение и инструктаж.

§ 16. Маркировка модельных комплектов

После окончательной отделки модельные комплекты маркируют краской, буквами и цифрами. Порядок маркировки приведен в табл. 53.

53. Маркировка модельных комплектов (ГОСТ 2413—67)

Знак маркировки		Шифр маркировки и порядок ее нанесения
на стержневом ящике		
Номер отливки, для изготовления которой предназначена модель	Номер отливки, для изготовления которой предназначен стержневой ящик	Соответствует шифру чертежа на отливку

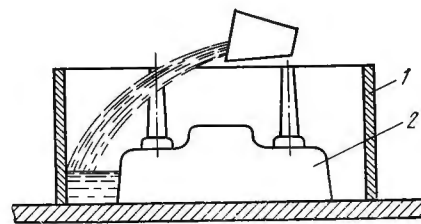


Рис. 20. Изготовление гипсовой формы:

1 — рамка, 2 — мастер-модель

Знак маркировки		Шифр маркировки и порядок ее нанесения
на модели	на стержневом ящике	
Порядковый номер модельного комплекта при наличии дублеров	Порядковый номер модельного комплекта при наличии дублеров	Обозначают шифром К с числом, указывающим на порядковый номер модельного комплекта. Размещают ниже шифра чертежа на отливку
Количество стержневых ящиков в модельном комплекте	Порядковый номер стержневого ящика в модельном комплекте	Обозначают на модели шифром Я с числом, указывающим на количество стержневых ящиков в комплекте. Обозначают на стержневом ящике шифром Я№ с числом, указывающим порядковый номер стержневого ящика. Шифр размещают за шифром К
—	Порядковые номера стержней, изготавливаемых по одному, стержневому ящику с использованием вкладышей, протяжных отъемных частей и др.	Обозначают шифром Ст № с числами, указывающими на номера стержней, изготовленных по комбинированному стержневому ящику. Шифр размещают за шифром Я№
Количество отъемных и отдельных частей	Количество отъемных и вставных частей стержневого ящика	Обозначают на модели шифром ОЧМ с числом, показывающим количество отъемных и вставных частей. Шифр размещают: для моделей — ниже шифров К и Я ; для стержневых ящиков — ниже шифров К , Я№ и Ст
Количество шаблонов	Количество шаблонов	Обозначают шифром Ш с числом, показывающим количество шаблонов. Шифр размещают за шифрами ОЧМ и ОЧС
Количество прибылей и выпоров, изготавливаемых отдельно от модели	—	Обозначают шифром ПВ с числом, показывающим количество прибылей и выпоров. Шифр размещают за шифром Ш
Количество элементов литниковой системы, изготавливаемых отдельно от модели	—	Обозначают шифром Л с числом, показывающим количество элементов литниковой системы. Шифр размещают за шифром ПВ

Примечания: 1. Маркировку выполняют на боковых наружных поверхностях стержневых ящиков и на поверхностях моделей, соответствующих необрабатываемым поверхностям отливок. Все отъемные части и «фальшивки» маркируют шифром **К** с обозначением номера отливки, порядкового номера модельного комплекта (при наличии дублеров). 2. Направления вывода газов маркируют на боковых наружных поверхностях стержневых ящиков шифром **В↑К**, направления расположения весок — шифром **В↑П**.

Пример. Модель, предназначенную для изготовления отливки 16к20-021-III, третьего модельного комплекта (третьего дублера), с семью стержневыми ящиками, тремя съемными частями, четырьмя шаблонами, пятью выпорами и прибылями, четырьмя элементами литниковой системы маркируют так:

16к20-021-III

КЗ-Я7

ОЧМЗ-ШЧ-ПВ5-Л4

Пример. Стержневой ящик, предназначенный для изготовления стержня к отливке 16к20-021-III третьего модельного комплекта (третьего дублера), ящика № 5 для стержней 5а, 5б, с тремя съемными и вставными частями и двумя шаблонами маркируют так:

16к20-021-III

КЗ-Я5-Ст.№5а, 5б

ОЧСЗ-Ш2

ГЛАВА III

ФОРМОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 17. Виды и свойства формовочных материалов

Формовочными называют материалы, из которых изготовляют литейные формы и стержни. Формовочные материалы разделяют на исходные формовочные материалы, формовочные и стержневые смеси, вспомогательные составы (пасты, краски, замазки, клей и др.).

Исходные формовочные материалы (табл. 54), предназначенные для изготовления формовочных и стержневых смесей, делят на две группы: основные (огнеупорные наполнители — пески, связующие) и вспомогательные, например, различные добавки (уголь, торф и др.), улучшающие специальные свойства смесей.

К основным свойствам формовочных и стержневых смесей относятся:

формуемость — способность смеси легко заполнять полость опоки с моделью или стержневой ящик;

пластичность — способность смеси принимать под действием внешних сил очертания модели из стержневого ящика и сохранять их не разрушаясь;

податливость — способность смеси уменьшаться в объеме и не препятствовать усадке отливки при переходе ее из жидкого состояния в твердое;

живучесть — неизменность в течение заданного промежутка времени первоначальных свойств смеси.

Кроме того, смеси должны обладать достаточной газопроницаемостью, низкой газоотводностью, хорошей выбиваемостью и другими свойствами.

Вспомогательные формовочные составы (пасты, краски, клей и др.) используют для отделки поверхностей и исправления дефектов форм и стержней.

Все формовочные материалы подвергают входному контролю на соответствие их действующим государственным стандартам и техническим условиям.

54. Исходные формовочные материалы

Наименование материала	Назначение и область применения	Примечание
Формовочные пески	Огнеупорный наполнитель для формовочных и стержневых смесей	Подвергают сушке
Формовочные огнеупорные глины (коалинитовые)	Связующие для формовочных и стержневых смесей	Подвергают дроблению, размалыванию и сушке
Глина монтмориллонитовая (бентонит)	Связующие для смесей с повышенной прочностью в сыром состоянии	То же

Наименование материала	Назначение и область применения	Примечание
Крепители СБ, ГТФ, КО, ДП и др., заводские ТУ	Связующее для формовочных и стержневых смесей	Поступают в жидком или твердом состоянии в зависимости от крепителя
Жидкое стекло	Связующее для самотвердеющих смесей и химически твердеющих по CO ₂ -процессу смесей	Поступает в жидком или твердом состоянии. Доводится до требуемой плотности каустической содой
Шлак феррохромного производства, заводские ТУ	Отвердитель для самотвердеющих смесей	Поступает в виде порошка
ДС-РАС	Пенообразующая добавка для жидкоподвижных смесей	Поступает в жидком состоянии
Смолы холодного твердения, заводские ТУ	Связующая для изготовления форм и стержней	То же
Магнезитовый порошок	Применяют при изготовлении отливок из марганцовистой стали	Поступает в виде порошка
Концентрат цирконий	Высокоогнеупорный материал для приготовления стержневых смесей и красок	Поступает в виде пыли или зерен
Асбест (хризотилковый)	Противопригарная добавка в формовочные и стержневые смеси	Поступает в виде крошки
Каменный уголь	Вводят в смесь для уменьшения шероховатости поверхности отливок	Размалывают до пылеобразного состояния
Торф	Вводят в смесь для повышения ее газопроницаемости, податливости, противопригарности	Поступает в твердом состоянии, подвергается размельчению
Ликоподий	Припыл, используемый при формовке и изготовлении стержней	Поступает в пылеобразном состоянии
Порошковый графит (черный, серебристый)	Входит в состав красок, паст, натирок	То же
Маршалит	Входит в состав смесей и красок, обеспечивающих повышенную шероховатость поверхностей отливок	
Тальк молотый	Припыл и противопригарный материал для красок	
Декстрин (палевый, желтый)	Входит в состав литейных красок, паст	»
Патока	Входит в состав литейных красок	Поступает в жидком состоянии
Формалин	Консервирующая добавка в краски, содержащие декстрин, патоку	То же
Битумы нефтяные	Входит в состав прокладочного шнура	Поступают в твердом состоянии

Минералы, входящие в состав формовочных материалов, обладают свойствами, которые не изменяются при подготовке их к производственному использованию и при смешивании. Одним из основных свойств является их химический состав в сочетании с зерновым. Зная свойства минералов, входящих в состав формовочных материалов, можно составить смеси, пригодные для получения качественных отливок.

§ 18. Определение основных свойств формовочных материалов

Предел прочности при растяжении в сухом состоянии. Образцы типа «восьмерка» изготавливают в специальном стержневом ящике № 037 и № 037М Усмановского завода литейного оборудования. Образцы в высушенном или отвердевшем состоянии устанавливают в приспособлении с захватами. Приспособление крепится на приборе 084М для определения прочности. В момент разрушения образца стрелка измерителя мгновенно падает, предел прочности фиксируется стрелкой измерителя.

Предел прочности при сжатии в сыром состоянии. Образец, изготовленный для определения газопроницаемости, извлекают из металлического патрона и устанавливают на прибор модели 084М, используя имеющееся к прибору приспособление. Для удобства установки образца приспособление снабжено калиброванными винтами.

Осыпаемость. Стандартный образец влажный или высушенный взвешивают, затем закладывают в сетчатый барабан, установленный на приборе для взбалтывания. Барабан вращается одну минуту, после чего образец вновь взвешивают. Осыпаемость определяется разницей масс образца до и после испытания, отнесенной к первоначальной его массе и умноженной на 100%.

Активность отвердителя для ЖСС, ПСС. Активность — способность отвердителя интенсивно взаимодействовать со связующим материалом. Метод определения активности заключается в измерении глубины погружения в затвердевшую смесь металлической иглы под определенной нагрузкой. Заполняют кольцо смеси, составленной из отвердителя и связующего в соотношении 1:1. Излишек смеси срезают. Момент окончания перемещения смеси при ее приготовлении принимают за начало твердения. Иглу доводят до соприкосновения со смесью, закрепляют стержень винтом, после чего отворачивают винт и игла свободно погружается в смесь. Иглу погружают в смесь через каждые 3 мин, предварительно передвинув кольцо смеси на новое место (расстояние от места предыдущего погружения иглы не менее 10 мм). За конец периода твердения принимают момент, когда игла будет погружаться в смесь не более чем на 1 мм.

Текучесть (подвижность) ЖСС. Текучесть — способность смеси течь, заполняя объемы без приложения внешних усилий. Текучесть определяют методом собственного веса плоского ножа. На стол прибора устанавливают стакан, заполненный испытуемой смесью. Излишек смеси сверх кромки стакана срезают. Опор прибора отпускают, при этом нож погружается в смесь. По окончании погружения ножа на шкале прибора производят отсчет предельного напряжения H , определяется по формуле

$$H = \frac{P \cdot 980}{2bl}$$

где P — масса ножа с подвижными элементами; b — ширина ножа; l — глубина погружения ножа в смесь.

Индекс формуемости. Индекс формуемости характеризует равномерность распределения и полноту заполнения опок смесью. Порядок проведения испытаний следующий. 1. Укрепляют барабан прибора формуемости на вал двигателя. 2. Устанавливают под барабан емкость для сбора смеси. 3. Засыпают в барабан 200±0,5 г смеси в сыром состоянии и закрывают его крышкой. 4. Включают прибор, барабан вращается 10 с. 5. Определяют массу G_1 просыпавшейся в емкость смеси с точностью ±0,5 г. 6. Вычисляют «индекс формуемости» (Φ_a) смеси по формуле

$$\Phi_a = \frac{G_1}{200} 100\%$$

§ 19. Формовочные пески

Формовочные пески (ГОСТ 2138—74) основной материал для приготовления формовочных и стержневых смесей (табл. 55); состоят из зерен кварца (SiO_2 с глинистой составляющей не более 50%). Формовочные пески бывают кварцевые и глинистые. К кварцевым относятся пески, содержащие 90,0—98,5% кварца и не более 20% глинистой составляющей. Пески с содержанием глинистой составляющей свыше 2 до 50% называют глинистыми.

По величине зерен песчаной основы (кварца) формовочные пески делят на группы (табл. 56). Величину зерен кварца определяют просеиванием безглинистого песка через набор стандартных сит. После просеивания взвешивают остатки песка на каждом сите и определяют наибольшую сумму остатков на трех смежных ситах. Наибольшая сумма остатков считается основным зерновым составом (фракцией) песка. Номером среднего сита обозначают группу песка, а по величине остатка на одном из двух крайних сит определяют категорию песка. Пески с остатком на крайнем верхнем сите большим, чем на нижнем, относят к категории А, пески с остатком на нижнем сите большим, чем на верхнем, — к категории Б.

Необогащенные кварцевые пески имеют сосредоточенную зерновую структуру, если на трех смежных ситах остается не менее 70% массы зерен, и рассредоточенную зерновую структуру, если на трех смежных ситах остается не менее 60% массы зерен. Формовочные пески, обогащенные и глинистые, имеют не сосредоточенную структуру. Для приготовления формовочных и стержневых смесей применяют и регенерированный песок (табл. 57), т. е. песок, который после использования перерабатывают в специальных агрегатах, отделяющих металлические включения (магнитные сепараторы), крупные включения (грохоты) и пылевидные частицы.

Основные свойства формовочных песков приведены в табл. 58.

Примеры обозначения. 1. Песок с зерновой структурой сосредоточенной, четвертого класса, кварцевый, группы 0315, категории Б—4К0315Б. 2. Песок второго класса, кварцевый, с рассредоточенной зерновой структурой, мелкий, категории А—2КРМА.

55. Классы формовочных песков

Класс	Наименование	Состав, %			
		глинистая составляющая	кремнезем (SiO_2), не менее	вредные примеси, не более	
				окислы щелочных металлов	окислы железа (Fe_2O_3)
061К	Обогащенный	$\leq 0,2$	$\geq 98,5$	0,40	0,20
062К	Кварцевый	$\leq 0,5$	$\geq 98,0$	0,75	0,40
063К		$\leq 1,0$	$\geq 97,5$	1,00	0,60
1К	Кварцевый	$\leq 2,0$	$\geq 97,0$	1,20	0,75
2К		$\leq 2,0$	$\geq 96,0$	1,50	1,00
3К		$\leq 2,0$	$\geq 94,0$	2,0	1,50
4К		$\leq 2,0$	$\geq 90,0$	—	—
Т	Тощий	$> 2,0$ до 10,0	—	—	—
П	Полужирный	$> 10,0$ до 20,0	—	—	—
Ж	Жирный	$> 20,0$ до 30,0	—	—	—
ОЖ	Очень жирный	$> 30,0$ до 50,0	—	—	—

Примечание. К глинистой составляющей относятся частицы размером менее 0,022 мм.

56. Группы формовочных песков

Группа	Наименование	Номера сит смежных размеров, на которых остаются зерна основной фракции		
063	Грубый	1	063	04
04	Очень грубый	063	04	0315
0315	Крупный	04	0315	02
02	Средний	0315	02	016
016	Мелкий	02	016	01
01	Очень мелкий	016	01	0063
0063	Тонкий	01	0063	005
005	Пылевидный	0063	005	Тазик

57. Регенерированный песок

Песок	Состав, %								
	глинистая лиофан	кремнезем (SiO ₂)	глинозем (Al ₂ O ₃)	вредные примеси		потери при прокаливании	Основная фракция		Газопроницаемость при 4% влажности
				сера сульфидная	окислы K ₂ O+Na ₂ O CaO+MgO Fe ₂ O ₃		номера сит	остаток на ситах, %	
Регенерированный	≤0,7	93—95	1,5—2,5	≤0,03	≤1,0 ≤2,0 ≤1,5	≤1,5	04, 0315, 02	70	150 170

Примечание. В зависимости от условий производства состав и характеристики регенерированного песка могут изменяться.

58. Свойства формовочных песков, их значение и способы определения

Свойства формовочных песков

Метод определения	Влияние свойств песка на качество формовочных и стержневых смесей
-------------------	---

Влажность

Определяют взвешиванием высушенной при температуре 105—110°С до постоянной массы навески смеси (50 г). Высушивание производят в сушильном шкафу, а при ускоренном методе — под лучами нагревательной лампы или продувкой нагретым воздухом

Большая влажность песка повышает трудоемкость погрузочных работ при минусовых температурах, усложняет транспортирование и дозирование песка. Для стержневых смесей, особенно на синтетических связующих, влажность песка должна быть минимальной (0,3—0,5%)

Метод определения

Влияние свойств песка на качество формовочных и стержневых смесей

Газопроницаемость

Определяют путем пропускания воздуха через стандартный образец при естественной или оптимальной влажности и вычисляют по формуле $Gn = (Wh)/(Spt)$, где W — объем воздуха, прошедшего через образец, см³; h — высота образца, см; S — площадь поперечного сечения образца, см²; p — давление воздуха перед образцом, мН/см²; t — время прохода сквозь образец воздуха объемом W , мин, или определяют по таблицам. Образец диаметром $50 \pm 0,2$ мм и высотой $50 \pm 0,8$ мм изготавливают в неразъемной гильзе трехкратным ударом груза массой $6,35 \pm 0,015$ кг, падающего с высоты $50 \pm 0,25$ мм. Газопроницаемость сырого образца определяют в неразъемной гильзе на специальном приборе

Газопроницаемость песков тем больше, чем крупнее зерно и чем ниже содержание глинистой составляющей. Пески с рассредоточенной зерновой структурой и округлой формой зерен имеют при прочих равных условиях меньшую газопроницаемость, чем пески с сосредоточенной зерновой структурой и остроугольной формой зерен. Газопроницаемость формовочных песков определяет газопроницаемость форм и стержней. Низкая газопроницаемость форм и особенно стержней обуславливает брак отливок по вскипу и газовым раковинам

Предел прочности на сжатие в сыром состоянии

Определяют на образцах, изготовляемых, как и при испытании на газопроницаемость, в неразъемной гильзе. Образец разрушают со скоростью приложения нагрузки не более 150 кПа в минуту. $\sigma_{сж}$ определяют при естественной и оптимальной влажности

Значение $\sigma_{сж}$ определяют только у песков классов П, Ж и ОЖ. Эти пески используют в качестве освежающей добавки к формовочным смесям взамен добавки глины. Величина $\sigma_{сж}$ зависит от количества глинистой составляющей и минералогического состава песка. Для указанных классов песков высокий предел прочности желателен

Концентрация водородных ионов (рН) песка

Определяют на любом приборе с точностью $\pm 0,3$ ед. Навеску песка 15—20 г помещают в стаканчик и приливают 60—80 мл дистиллированной воды. После взбалтывания в течение 10 мин в стаканчик с раствором опускают электроды прибора и определяют рН по инструкции, прилагаемой к прибору

Влияет на взаимодействие формовочных и стержневых смесей с жидким металлом и образование пригара. Особенно большое влияние рН песка оказывает на процесс изготовления форм и стержней, отверждаемых в оснастке. Так, при изготовлении стержней в горячих ящиках низкая величина рН песка приводит к резкому снижению общей и поверхностной прочности стержней, т. е. осыпаемости и живучести смеси. Поэтому необходимо тщательный подбор смолы, катализатора и песка, обеспечивающих нужное значение рН

Метод определения

Влияние свойств песка на качество формовочных и стержневых смесей

Огнеупорность

Определяют сравнением температур падения пироскопов, изготавливаемых из испытуемого и стандартных материалов, или оплавлением зерен песка от разогретой электрическим током платиновой пластинки на синтерометре Дитерта. Огнеупорность песка определяют температурой пластинки, при которой начинается оплавление и прилипание песка к пластинке

Является одной из важных характеристик формовочных песков, так как влияет на качество поверхности отливок на выбиваемость форм и стержней и ряд других показателей. Огнеупорность формовочных песков зависит от их минералогического состава и наличия примесей. Так, примеси в виде плавней, щелочных и щелочноземельных окислов снижают огнеупорность песков

Минералогический состав песков

Определяют отдельно для песчаной основы и для глинистой составляющей. Тяжелые и легкие минералы песчаной основы исследуют отдельно под микроскопом. Минералогический состав глинистой составляющей определяют оптически, термическим или рентгенографическим методом

Позволяет определять качество формовочного песка и дает возможность установить количество примесей и их природу, которые определяют огнеупорность песков и их инертность или активность к химическим реакциям при высоких температурах

Химический состав

Определяют содержание в песке SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , CaCO_3 , MgCO_3 и других составляющих. Обычно к химическому анализу относят и испытания на потерю массы при прокаливании. Ускоренным методом определяют наличие в песке карбонатов по интенсивности выделения пузырьков при воздействии на смоченную дистиллированной водой навеску песка соляной кислотой

По содержанию SiO_2 определяют класс песка и его огнеупорность. Остальные составляющие, как правило, имеют $t_{\text{пл}}$ ниже, чем кремнезем, и увеличение их содержания в песке снижает его огнеупорность. Карбонаты кроме снижения огнеупорности способствуют образованию различных дефектов в отливках, так как они при нагревании до $t = 500 - 900^\circ \text{C}$ разлагаются с выделением газообразных продуктов

§ 20. Формовочны

Формовочные глины — горные породы, состоящие из глинистых минералов. Формовочные глины (ГОСТ 3226—77) подразделяют на виды, сорта, классы и группы в соответствии с приведенными в табл. 59—62 признаками классификации.

Формовочную глину, как самое распространенное связующее вещество, вводят в состав смеси в виде порошка, суспензии или пасты. Глину предварительно дробят на вальцах до кусков, не превышающих размеры 70×70 мм, и сушат при температуре: каолинитовую — 900°C , монтмориллонитовую — 250°C . Высушенную глину размалывают в бегунах или мельницах с непрерывным отсевом ее через сито с ячейками не более $1,6 \times 1,6$ мм. Степень помола на маятниковой мельнице: остаток на ситах 0,1; 0,63; 0,05; на тапике — не менее 90%. Суспензии готовят в специальной установке, состоящей из двух емкостей, которые оборудованы дозаторами. Состав глинистой (бентонитовой) суспензии, % (по объему): глина молотая, сухая 23—25, вода — 77—75.

59. Виды формовочной глины

Вид глины		Группа основного породообразующего материала (химическая формула) и его характеристика
обозначение	наименование	
К	Каолинитовая	<p>Каолинит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) имеет белый цвет, в сухом виде хорошо поглощает влагу, образуя пластичную тестообразную массу; является основной частью большинства глин, применяемых в литейных цехах</p> <p>Гидрослода — промежуточный продукт разложения от слюды к каолиниту</p> <p>Монтмориллонит $n(Ca, Mg) \cdot O \cdot Al_2O_3 \times (4-5) \times SiO_2 \cdot n \cdot H_2O$ мягкий минерал белого, розового, синеватого, зеленоватого цветов; впитывает влагу не только поверхностью частиц, но и внутренними слоями, обуславливая высокую клейкость, относится в основном к I сорту</p> <p>Не выявляется или при выявлении не относится ни к одному из трех видов</p>
Г	Гидрослодистая	
М	Монтмориллонитовая (бентонитовая)	
П	Полиминеральные или прочие мономинеральные	

60. Сорты и классы формовочных глин

Наименование сорта и класса	Обозначение		Предел прочности стандартного образца при сжатии, кПа	
	сорт	класс		
			во влажном состоянии	в высушенном состоянии
Прочносвязующая	I	1	> 110	> 550
Среднесвязующая	II	2	80—110	350—550
Малосвязующая	III	3	50—80	< 350

61. Группа глин по термохимической устойчивости

Группа		Содержание примесей, %			
обозначение		сульфидная сера	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O	CaO+MgO
T ₁	С высокой термохимической устойчивостью	≤ 0,2	2,5	1,5	≤ 2
T ₂	Со средней термохимической устойчивостью	≤ 0,2	2,5—45	2,5—30	≤ 3
T ₃	С низкой термохимической устойчивостью	≤ 0,2	Не нормируется		≤ 10

62. Группы глин по пластичности

Группа	Число пластичности	Группа	Число астичности
Высокопластичная	>30	Умереннопластичная	10—20
Среднепластичная	20—30	Малопластичная	<10

Примечания: 1. Число пластичности определяют как разность между влажностью, соответствующей нижней границе текучести, и влажностью, соответствующей пределу раскатывания. 2. Для повышения пластичности и связующих свойств в глину вводят активизирующие добавки (Na_2CO_3 , K_2CO_3).

Примеры обозначения. 1. Каолинитовая формовочная глина II сорта, 2-го класса, со средней термохимической устойчивостью — КII/2T₂. 2. Монтмориллонитовая формовочная глина I сорта, 1-го класса, со средней термохимической устойчивостью — MI/1T₂.

В табл. 63 приведены требования к глинам, а в табл. 64 — свойства формовочных глин, их значение и методы определения. Кроме стандартных испытаний глины иногда контролируют на долговечность, определяют их «мокрую» прочность и испытывают на водопоглощение.

63. Технические требования к глинам

Марка глины	Предел прочности, кПа		Массовая доля составляющих, %			
	во влажном состоянии	в высушенном состоянии	сульфидная сера	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O	CaO+MgO
I/1 T ₁	>110	>550	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
I/1 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
I/1 T ₃				Не нормируется		≤10,0
I/2 T ₁	>110	350—550	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
I/2 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
I/2 T ₃				Не нормируется		≤10,0
I/3 T ₁	>110	250—350	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
I/3 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
I/3 T ₃				Не нормируется		≤10,0
II/1 T ₁	79—110	>550	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
II/1 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
II/1 T ₃				Не нормируется		≤10,0
II/2 T ₁	79—110	350—550	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
II/2 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
II/2 T ₃				Не нормируется		≤10,0
II/3 T ₁	79—120	200—350	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
II/3 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
II/3 T ₃				Не нормируется		≤10,0
III/2 T ₁	50—80	350—550	≤0,2	<2,5	<1,5	≤2,0
III/2 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
III/2 T ₃				Не нормируется		≤10,0
III/3 T ₁	50—80	200—350	≤0,2	<2,5	≤1,5	≤2,0
III/3 T ₂				2,5—4,5	1,5—3,0	≤3,0
III/3 T ₃				Не нормируется		≤10,0

64. Свойства формовочных глин, их значение и методы определения

Свойства формовочных глин

Метод определения

Влияние свойств глины на качество формовочных и стержневых смесей

Влажность

Определяют взвешиванием высушенной в сушильном шкафу при температуре 102—110°С до постоянной массы навески, которая весит во влажном состоянии $20 \pm 0,01$ г

Для глин, поставляемых в порошкообразном виде, влажность равна 6—12%. Большая масса приводит к комкованию глины и затрудняет ее подачу и дозирование. Очень низкая влажность сопряжена с техническими трудностями при сушке перед размолом. Если влажность порошкообразной глины ниже 6%, то ее связующая способность и долговечность понижаются вследствие пережога при сушке (потеря кристаллизационной воды и распад кристаллической решетки)

Связующая способность

Определяют по $\sigma_{сж}$ образцов во влажном и высушенном состояниях. Образцы во влажном состоянии готовят из смеси, состоящей из 1800 г сухого песка марки К02А или К02Б, 200 г воздушно-сухой и размолотой глины и воды до оптимальной влажности. Перемешивают сухие составляющие в течение 2 мин и еще в течение 8 мин после добавления воды. Для определения $\sigma_{сж}$ в высушенном состоянии смесь содержит: 1900 г песка К02А или К02Б, 100 г сухой глины и воду — до оптимальной влажности. Сушат образцы при $t = 150 \div 200^\circ\text{C}$ в течение 1,5 ч

Связующая способность — важнейшее свойство, характеризующее качество глин. С ее повышением уменьшается количество глины, вводимой в состав формовочной смеси, повышаются газопроницаемость и огнеупорность смеси и в большинстве случаев снижается влажность, что уменьшает ее прилипаемость и улучшает формуемость. Однако при изготовлении форм по-сырому глина должна обладать умеренной прочностью в сухом состоянии, так как в противном случае затрудняются выбивка и подготовка отработанной смеси

Пластичность

Определяется пластичность как разность между значениями влажности, соответствующими нижней границе текучести и пределу раскатывания

Пластичные глины в составах формовочных смесей обеспечивают четкий отпечаток модели и уменьшают осыпаемость форм

Зерновой состав

Определяют методом отмучивания для глинистой составляющей и рассеивом на стандартных ситах для песчаной составляющей. Кроме того, проверяют дисперсность глинистой составляющей — устанавливают содержание частиц размером от 0,005 до 0,001 мм и менее 0,001 мм. Метод основан на скорости погружения частиц

Зерновой состав глин разнообразен, так как содержит свыше 50% глинистой составляющей (частиц размером не менее 0,022 мм). Зерновой состав влияет на связующую способность глин, пластичность и другие свойства. Технические требования по зерновому составу устанавливаются в зависимости от вида глины, назначения и условий применения

Свойства формовочных глин

Метод определения	Влияние свойств глины на качество формовочных и стержневых смесей
<p>в воде в зависимости от их размера и температуры воды. Дисперсность определяют отбором проб из водно-глинистой суспензии через определенные промежутки времени в соответствии с табличными данными</p>	
<p>Коллоидальность</p>	
<p>Определяется отношением (%) высоты осадка к общей высоте водно-глинистой суспензии после отстаивания ее в течение 24 ч. Для испытания в пробирку высотой около 150 мм насыпают 1 г воздушно-сухой и размолотой глины и доливают 15 мл дистиллированной воды. После этого содержимое тщательно взбалтывают и добавляют 0,1 г MgO, снова взбалтывают в течение 1 мин и оставляют в покое на 24 ч, после чего измеряют высоту осадка</p>	<p>Характеризует глины с точки зрения образования устойчивой водно-глинистой суспензии. Влияет на распределение глинистой составляющей в формовочной смеси и этим оказывает влияние на прочность и пластичность формовочных смесей</p>
<p>Состав обменных катионов</p>	
<p>Определяют по ГОСТ 3594.2—77, ГОСТ 3594.3—77 специальными методами химического анализа и выражают в мг-экв на 100 г глины. К числу обменных катионов относят K^+, Na^+, Mg^{++}, Ca^{++}</p>	<p>Чем выше сумма обменных катионов в глине, тем выше ее качество. При обмене одних катионов на другие меняются свойства глины. Например, при обработке кальцевого бентонита содой происходит замещение катионов Ca^{++} катионами Na^+ и бентонит из кальцевого становится натриевым</p>
<p>Минералогический состав</p>	
<p>Определяют так же, как для песка. При этом дифференциальный термический анализ заключается в сравнении дифференциальной термической кривой испытываемой глины с термическими кривыми для изученных чистых минералов, причем по наличию экзотермических или эндотермических реакций приближенно устанавливают минералогический состав глины</p>	<p>Основными минералами являются каолинит, гидрослюды и монтмориллонит, которые определяют вид глины и ее значение. Лучшими глинами считают монтмориллонитовые (бентонитовые). Они обеспечивают высокую связующую способность, пластичность и долговечность формовочных смесей. Менее важными являются гидрослюдястые глины</p>
<p>Набухаемость</p>	
<p>Определяется отношением поглощенной влаги к первоначальной массе глины. Испытание проводят на специальном приборе, устроенном по принципу сообщающихся сосудов</p>	<p>Характеризует способность глины поглощать влагу. Зависит от строения кристаллической решетки глины и количества примесей. По набухаемости оказывает некоторое влияние на изменение размеров отпечатка форм, изготавливаемых по сухому, и на характеристики водно-глинистых суспензий</p>

Метод определения	Влияние свойств глины на качество формовочных и стержневых смесей
-------------------	---

Концентрация водородных ионов (рН)

Определяют так же, как и в песке, только для испытания берут навеску массой 8—10 г и в стаканчик приливают 80—100 мл дистиллированной воды

Влияние рН глины подобно ее влиянию в песке. Наблюдается, что с повышением рН прочность формовочной смеси в горячем состоянии возрастает. Простейший анализ по определению рН глины позволяет очень быстро устанавливать, из какого места разработки получена данная партия глины

Огнеупорность

Определяют так же, как для песка. Для испытания на синтерометре Дитерта готовят стандартные образцы, состоящие из 50% песка и 50% испытуемой глины при оптимальной влажности. Уплотнение образцов производят 30 ударами груза копра (по 15 с каждого торца). Перед испытанием образцы высушивают при медленном подъеме температуры до 110° С

Огнеупорность формовочных глин, так же как и песка, зависит от наличия в ней примесей легкоплавких окислов. Огнеупорность оказывает большое влияние на образование пригара на поверхности отливок и долговечность формовочных смесей

Химический состав глины

Анализ производят по ГОСТ 2642.1—81. При этом определяют содержание в глинах SiO₂; Al₂O₃; Fe₂O₃; CaO; MgO; Na₂O; K₂O; SO₃; CO₂, серы сульфатной и потерю при прокаливании

Химический состав дает некоторое представление о качестве глины — связующей способности, огнеупорности и других показателях

§ 21. Связующие материалы

Кроме формовочной глины в качестве связующего для приготовления формовочных и стержневых смесей используют органические и неорганические материалы. Их условно делят на три класса: А, Б, В. Классы А и Б включают органические связующие материалы, класс В — неорганические. Органические связующие материалы бывают неводные (класс А) и водные (класс Б). Все неорганические связующие класса В относят к водным материалам. По прочности органические и неорганические материалы делят на три группы: I, II, III (табл. 65). Связующие свойства материалов оценивают по технологическим пробам, составленным из песка и связующего материала.

65. Связующие материалы

Группа материалов	Удельная прочность, кПа	Класс материалов		
		органических		неорганических водных—В
		неводных—А	водных—Б	
I	> 600	А-1, льняное масло, олифа-оксоль, связующие П, ПТ, ПТА, КО, пулвербакелнт и др.	Б-1, связующие МФ-17, М, МСБ, СМ-1 и др.	В-1, жидкое стекло

Группа материалов	Удельная прочность, кПа	Класс материалов		
		органических		неорганических водных—В
		неводных—А	водных—Б	
II	300—600	А-2, ГТФ, СЛК, БК, ДП и др.	Б-2, связующие СП, СБ, КТ, КВ, декстрин и др.	В-2
III	<300	А-3, древесный пек	Б-3, сульфитная барда, патока	В-3, цемент, формовочные глины

Для приготовления формовочных и стержневых смесей широко применяют связующие на основе формальдегидных и фурановых смол (табл. 66). В качестве связующего материала используют и совмещенные смолы — мочевиноформальдегиднофурановые, фенолоформальдегиднофурановые и др. Смолы придают смесям хорошую формуемость, удовлетворительную термостойкость, хорошую выбиваемость.

Смолы горячего твердения (см. табл. 66) применяют в крупносерийном и массовом производстве с использованием специальной металлической модельной оснастки, оборудования и приспособлений для нагрева моделей и стержневых ящиков.

Смолы холодного твердения (см. табл. 66) применяют как в массовом, так и в мелкосерийном и серийном производстве. В табл. 67 приведены катализаторы для песчано-смоляных холоднотвердеющих смесей, в табл. 68 — добавки для приготовления холоднотвердеющих смесей.

66. Связующие на основе синтетических смол (РТМН83-31—78)

Марка связующего ГОСТ, ТУ	Плотность, г/см ³	Условная вязкость по ВЗ-4 при 20°C, с	pH	Коксовое число, %	Категория пожаровзрывной опасности	Область применения
---------------------------	------------------------------	---------------------------------------	----	-------------------	------------------------------------	--------------------

Мочевинноформальдегидные

М-19-62 ГОСТ 14231—78	1,26	20—100	7,2—8,5	8,5	Не горючая водорастворимая жидкость	Стержни для цветных и чугунных отливок
УКС ГОСТ 14231—78	1,26—1,29	40—70 (по ВЗ-1)	7,6—9,0	6,7	То же	То же
УКС-Л ТУ 6-05-1336—76	1,26—1,29	40—70 (по ВЗ-1)	8,0—9,0	9,5	»	»
УГТС	1,18—1,22	50—120	—	19,0	»	Стержни для чугунных отливок
КС-68 ГОСТ 14231—78	1,24—1,25	20—90	6,5—8,0	8,0		Стержни для отливок из цветных сплавов
М-3 ТУ 6-05-1596—72	1,175—1,250	40	7,2—9,0	8—9		То же
ВК-1 ТУ 6-05-111-205—75	1,18—1,26	20 (по ВЗ-1)	7,2—9,0	8—9		

Карбамиднофурановые

БС-40 ТУ 6-05-1750—76	1,22—1,24	20—37	6,5—8,4	38,9		Стержни чугунных отливок
КФ-107	1,20—1,25	30—80	—	34,5		То же
КФ-90 ТУ 6-05-1310—71	1,22—1,24	13—17	7,8—9,0	25—35	Категория В. Не горючая водорастворимая жидкость	Стержни для чугунных отливок
КФ-40 ТУ 6-05-1614—73	1,22—1,24	25—60	7,8—9,0	20	То же	Стержни для отливок из цветных сплавов

Марка связующего ГОСТ, ТУ	Плотность, г/см ³	Условная вязкость по ВЗ-4 при 20°С, с	pH	Коксовое число, %	Категория пожаровзрыв опасности	Область применения
Карбамиднофенолофурановые						
Фуритол-107 ТУ 6-05-211-860—75	1,2	30—90	5	—	Категория В. Не горючая водорастворимая жидкость	Стержни для стальных и чугуновых отливок
Фуритол-125 ТУ 59-121—77	1,2	20—70	6,5—8,5	—	То же	То же
Фенолофурановые						
ФФ-1ФМ ТУ 52-52—72	1,3	5—120	—	—	Растворим в спиртах: фурфуролом, этиловом, ацетоне	»
ФФ-1Ф ТУ 6-05-211-849—73	1,3	До 150	—	—	То же	»
ФФ-1СМ	1,3	30—90	—	—		»
Фурфурол (1 сорт)	1,16	7	—	—		»
КОФЧ ТУ 38-30257—76	—	70	—	—		Стержни для стальных отливок
Фенольные						
ОФ-1 ТУ 6-05-1641—73	1,18	150	—	—	В воде не растворяются	То же

67. Катализаторы для песчано-смоляных холоднотвердеющих смесей

Марка катализатора	Состав	ГОСТ, ТУ	Примечание
ОК	Ортофосфорная кислота плотностью 1,65—1,67 г/см ³	ГОСТ 10678—76	Для отверждения карбамидно-фурановых связующих То же
АКО	Азотная кислота и ортофосфорная кислота (смесь в соотношении 3:4)	ГОСТ 701—78 и 10678—76	
АЖО	Азотнокислое железо и ортофосфорная кислота (смесь в соотношении 3:4)	ГОСТ 411—77 и 10678—76	Для отверждения фенолофурановых связующих Для отверждения связующих всех классов
БСККП	Бензосульфокислота и контакт Петрова (смесь плотностью 1,26—1,29 г/см ³)	ТУ ГАПУ 25—66	
БСК	Бензосульфокислота (раствор плотностью 1,25—1,30 г/см ³)	ТУ ГАПУ 25—66	

68. Добавки для приготовления холоднотвердеющих смесей РТМ2Н83-31—78

Наименование добавок, ГОСТ, ТУ	Цель применения	Условия хранения
Окись железа, МРТУ МХП 6-10-602—66	Предотвращение газовой порности, просечек на отливках, улучшение чистоты на поверхности	В сухих помещениях
Древесная мука, ГОСТ 16361—79	Улучшение податливости. Применяют для отливок, склонных к образованию трещин	То же
Этиловый спирт, ГОСТ 17299—78	Улучшение живучести (действует как ингибитор)	В соответствии с действующими правилами хранения спиртов
Окись алюминия, ТУ 38-101-190—71	Улучшение чистоты поверхности отливок и увеличение скорости отверждения стержней	В сухих помещениях
Колчедановый огарок (отход при производстве серной кислоты), ТУ 6-08-239—72	Улучшение показателей смеси, ускорение отверждения	Навалом в сухих помещениях

§ 22. Формовочные и стержневые смеси

Формовочные смеси подразделяют на *единые*, предназначенные для заполнения всего объема опоки с моделью; *облицовочные*, образующие прилегающий к модели облицовочный слой формы; *наполнительные*, служащие для заполнения оставшегося объема опоки после нанесения облицовочного слоя.

Для изготовления форм применяют также пластичные самотвердеющие смеси (ПСС), для изготовления стержней и форм — жидкоподвижные самотвердеющие смеси (ЖСС). Рецептура многочисленных составов смесей с использованием

69. Облицовочные формовочные смеси для чугунных отливок

Отливк	Форма	Состав, %									Свойства			
		песок			оборотная смесь		древесные опилки	уголь молотый	связующее ДП	сульфитная барда	газопроницаемость в сыром состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
		1К016	1К0315	2КРК									на сжатие в сыром состоянии	на растяжение в сухом состоянии
Средняя	Сухая	—	25—50	—	59—32	12—14	4	—	—	—	60—80	6—7	50—80	> 300
Крупная	Подсушенная	—	40—60	—	40—12	12—16	8	—	—	—	80—100	6—8	50—80	> 300
Средняя		—	—	96—97	—	3,0—4,0	—	—	2,0	2,0	> 70	2,8—3,4	15—18	150—250
Крупная	Сырая	—	—	90—91	—	2,0—2,5	7	—	1,5	1,5	> 100	2,8—3,4	10—13	150—250
Мелкая		61—62	—	—	18	0,—0,5	—	20	—	—	> 70	4,5—5,5	20—25	—

70. Единые формовочные смеси для чугунных отливок

Отливка	Состав, %						Свойства			
	песок					формовочная глина	уголь молотый	газопроницаемость в сыром состоянии, ед.	влажность, %	прочность на сжатие в сыром состоянии, кПа
	1К016	1КС315	П01	оборотная смесь	бентонит					
Мелкая, средняя	4,5	—	1,5	92—93	—	0,5—0,75	0,8	> 70	4,0—4,5	40—50
Средняя	—	4,0—8,0	—	88,2—94,7	0,4—0,82	—	—	> 100	4,5—5,5	75—85

Примечание. В состав единых улучшенных смесей для средних отливок вводят 3% (от массы бентонита) кальцинированной соды; 0,5—1,0% — асбестовой пыли.

71. Наполнительные формовочные смеси для чугунных отливок

Отливка	Состав, %			Свойства		
	2КРК	оборотная смесь	формовочная глина	газопроницаемость в сыром состоянии, ед.	%	прочность на сжатие в сыром состоянии, кПа
Крупная	—	93	6,5—7,5	> 80	4,8—5,5	45—55
Средняя	9	83—84	7,0—8,0	> 100	4,2—5,0	40—50

72. Смеси для изготовления форм на автоматических линиях

Отливка	Смесь	Состав, %							Свойства		
		песок 1К016	оборотная смесь	бентонит	формовочная глина	уголь молотый	связующее КО	крахмалит	газопроницаемость в сыром состоянии, ед.	влажность, %	прочность на сжатие в сыром состоянии, кПа
Чугунная	Единая	4,0	95	—	0,3—0,5	0,3	0,3	—	> 50	3,5—4,0	45—55
	Единая с пониженной влажностью	5,7	92—94	≤ 0,6	—	≥ 0,5	0,01—0,03	—	> 55	2,8—3,2	40—50
	Единая с высокой прочностью и пониженной влажностью	2,5—5,4	91,0—96,3	1,2—3,0	—	—	—	0,015—0,05	140—180	2,9—3,3	160—190

73. Облицовочные ПСС для чугунных отливок

Отливка	Состав, %						Свойства			
	песок 2КРК	фо мовоч- ная глина	уголь молотый	жидкое стекло	раствор едкого натра	феррохро- мный шлак	газопроницае- мость в сырым состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
								на сжатие	на растяжение после выдержки на воздухе 1 ч	
Крупная	43—45	4—5	2,5	5,7	0,4—0,8	0,9—1,1	150	3,5—4,0	15—25	50—60
Средняя	85	3,3—4,3	2,4	5,6	0,4—0,8	2,4—2,8	150	3,4—3,8	18—30	70—100
Плоскостная	90	—	1,2—1,4	5,6	0,4—0,8	3,4—4,2	150	3,4—3,8	13—30	100—130

Примечания: 1. Прочность на растяжение с увеличением выдержки на воздухе возрастает. 2. В состав смесей для форм крупных отливок вводят 43—45% регенерированного песка.

74. Жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) для чугунных и стальных отливок

Отливка	Смесь	Состав, %									Свойства		
		песок 2КРК	формовочная глина	уголь молотый	мазут	жидкое стекло	раствор едкого натра	ДС-РАС	вода	феррохро- мный шлак	газопроницаемость в сыром состоянии пос- ле выдержки на воз- духе 1 ч, ед.	влажность, %	прочность на сжатие после выдержки на воздухе 1 ч, кПа
Чугунная крупная и средняя	Облицовочная	86—88	—	1,0	—	6,7— 7,0	0,2— 0,4	0,06— 0,08	1,2— 1,4	3—4	>20	4,7— 5,3	>200
Стальная крупная и средняя	Облицовочная	86—88	1,8— 2,8	—	0,2— 0,3	6,7— 7,3	0,2— 0,4	0,06— 0,08	1,2— 1,4	3,3— 4,3	>15	5,0— 5,5	>250
Чугунная или стальная крупная и средняя	Наполнительная	92—94	—	—	—	3,8— 4,0	—	0,06— 0,08	1,1— 1,3	3	>300	3,5— 4,0	100—130

Примечание. Газопроницаемость и прочность смесей с увеличением выдержки на воздухе возрастают.

75. Составы цементных жидких самотвердеющих смесей и их физико-химические свойства

Кварцевый песок	Портландцемент	ДС-РАС	Вода	Ускорители твердения			Предел прочности при сжатии, кПа, через		
				карбонат	алюминат	гексаметофосфат натрия	1 ч	3 ч	24 ч
85	15	0,1	7,5	—	—	—	—	—	600
85	15	0,1	7,5	—	—	1,5	80	130	220
85	15	0,25	7,5	—	0,75	—	10	50	1000
85	15	0,05	7,5	—	—	—	60	130	500
85	15*	0,05	7,5	1,5	—	—	100	270	640

* Портландцемент помолот до удельной поверхности 4500 см²/г; исходная удельная поверхность 2550 см²/г.

76. Типовые смеси для стальных отливок

Отливка	Смесь	Состав, %							Свойства		
		песок			формовочная глина	оборотная смесь	сульфитная барла	древесные опилки	газопроницаемость в сыром состоянии, ед.	влажность, %	прочность на сжатие в сыром состоянии, кПа
		K02A	K03I5B	K016A							
Крупная	Облицовочная для сухих форм	15,5—50,5	—	—	4—9	40—80	≤ 0,5	—	70—100	5—7	50—70
Крупная, склонная к горячим трещинам		12,5—45,5	—	—	4—9	40—80	1,5—2,4 ≤ 8	—	70—100	5—7	35—60
Средняя	Облицовочная для сырых форм	—	33,5—51,0	—	6,8	40—60	≤ 0,5	—	100—130	4,5—5,5	50—70
Мелкая		—	—	16,5—53,0	3,0—5,5	40—80	≤ 0,5	—	80—100	3,5—4,5	30—50
Мелкая	Единая для сырых форм	—	—	6,5—8,0	—	90—97	1,5—2,0	—	80—100	3,5—4,5	30—50

77. Типовые смеси для отливок из цветных сплавов

Сплав	Смесь	Состав, %								Свойства		
		песок			оборотная смесь	общее глиносо- держание	мазут	сульфитная барда	фтористая при- савка	газопрони- цаемость в сыром состоянии, ед.	влажность, %	прочность на сжатие в сыром состоянии, кПа
		K016A	K01A	П0063A, П01A								
Медный	Облицовочная для сухих форм	20—40	—	—	60—80	10—15	—	—	—	> 30	5,5—5,7	40—60
	Облицовочная для сырых форм	18,5—59,0	—	—	40—80	8—12	1,0—1,5	—	—	> 30	4,5—5,5	30—50
	Единая для сырых форм	7—10	—	—	32,0—88,5	8—12	1,0—1,5	—	—	> 30	4,5—5,5	30—50
	Облицовочная для сухих форм	—	19,5—39,0	—	60—80	8—12	—	0,5—1,0	—	> 20	5—6	40—60
Алюминиевые	Облицовочная для сырых форм	—	20—40	—	60—80	8—12	—	—	—	> 20	5—6	30—50
	Единые для сырых форм	—	8—10	—	90—92	8—10	—	—	—	> 20	4,5—5,5	30—50
Магний	Единые для сырых форм	—	—	10—15	85—90	—	—	—	5,9	30—70	4,5—6,0	40—80

Примечание. В состав смесей для форм магниевых отливок вводят 1,5—2,0% крепителя 4ГУ (или 4ГФ).

78. Типовые стержневые смеси для ручной формовки чугуновых и стальных отливок

Стержень	Состав, %							Свойства			
	песок		формовочная глина	асбестовая крошка	древесные опилки	сульфитная барда	связующие СБ (или КО)	газопроницаемость в сухом состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
	1К016	2КРК								на сжатие в сыром состоянии	на растяжение в сухом состоянии
Крупный	—	72—73	9—10	10	8	—	3,9	> 60	7,9—9,0	35—50	350—600
Средний	82—83	—	4—5	—	13	—	4,2	> 150	3,2—3,6	15—18	280—420
Мелкий	96—97	—	3—4	—	—	4,3	3,5	> 150	2,8—3,4	10—12	800—1200

79. Типовые стержневые смеси для машинной формовки чугуновых и стальных отливок

Стержень	Состав, %						Свойства			
	песок		формовочная глина	асбестовая крошка	сульфитная барда	связующее СБ (или КО)	газопроницаемость в сухом состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
	1К016	2КРК							на сжатие в сыром состоянии	на растяжение в сухом состоянии
Крупный	—	19	1—2	3	3,3	3,3	> 180	2,9—3,4	13—15	400—700
Средний	—	19	0,5—1,0	3	3,3	3,3	> 180	2,9—3,4	11—13	400—700
Мелкий	97—98	—	2—3	—	4,3	3,6	> 150	2,8—3,4	7—8	800—1200

80. Стержневые смеси специального назначения для чугунных и стальных отливок

Смесь	Состав, %								Свойства			
	песок	формовочная глина	графит черный	маршанит	Сульфитная барла	связующее КО (или СБ)	декстрин	цирконовый концентрат	газопроницаемость в сухом состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
											на сжатие в сыром состоянии	на растяжение в сухом состоянии
Антипригарная Для ленточных стержней	94—95	1—2	4	—	3	3	3	—	> 150	2,8—3,4	10—12	800—1200
	92—93	1—2	—	6	3	3	3	—	> 150	2,6—3,0	12—14	1200—1500
Легковывиваемая Для литниковых чаш	75	3	10	12	2,5	4,5	2	—	> 150	4,0—4,5	12—15	600—700
	96—97	3—4	—	—	—	(5,0)	—	—	> 150	2,8—3,4	10—12	500—800
Цирконовая повышенной термостойкости	—	2	—	—	—	1,5—(2,5)	—	94	> 25	2,2—2,4	2—12	> 1500

81. Стержневые ЖСС для чугунных и стальных отливок

Рецептура	Состав, %							Свойства			
	песок 1К02Б	феррохромный шлак	древесный лек	Сверх 100%				газопроницаемость после выдержки на воздухе 1 ч, ед.	влагосо-держание, %	устойчи-вость, пены, мин	прочность на сжатие после вы-держки на воздухе 1 ч, кПа
				жидкое стекло	ДС-РАС	раствор едкого натра					
№ 1	95,25	4,0		6,5	—	0—0,3	1,5	30—40	5,0—5,4	8—12	200
№ 2	95,25	4,0	0,75	6,5	0,08—0,2	0—0,3	1,5	30—40	5,0—5,4	8—12	200
№ 3	95	4,0	0,1	8,9	0,12	0—0,3	1,37	30—40	5,5—6,0	8—12	200
№ 4	95	4,0	С углем	8,5	0,12	0—0,3	1,52	30—40	5,5—6,0	8—12	200

Примечания: 1. В состав ЖСС рецептуры № 1 вводят сверх 100% контакт Петрова — 0,3% и оксидол — 0,06—0,12%. 2. Кварцевый песок может быть заменен регенерированным до 50%. 3. Газопроницаемость и прочность смесей с увеличением выдержки на воздухе возрастают.

82. Типовые стержневые смеси для отливок из цветных сплавов

Сплав	Назначение смеси	Состав, % (по массе)								Свойства			
		песок		оборотная смесь	связующее М (или БМ)	сульфитная барда	связующее группы А-1 (или А-2)	декстрин	борная кислота	газопроницае- мость в сухом состоянии, ед.	влажность, %	прочность, кПа	
		К016А	К02А									на сжатие в сыром состоя- нии	на растяжение в сухом сос- тоянии
Медный	Для сложных стержней I—II группы	—	100	—	—	—	0,6—1,2	—	—	> 100	2—3	3—6	500—800
	Для стержней сложной III группы	20	80	—	—	2—3	—	—	—	> 90	3—4	10—15	350—600
	Для простых стержней IV—V группы	—	48—50	47—50	—	2,0	(1,5—2,5)	—	—	> 70	3—4	10—15	300—350
Алюминие- вый	Для сложных стержней I—II группы	3—5	95—97	—	1,5—2,0	—	—	0,2— 0,3	—	> 80	3—5	6—10	700—1000
	Для стержней средней сложности III группы	3—5	95—97	—	(1,5—3,0)	—	—	—	—	> 80	3—4	5—10	150—300
	Для простых стержней IV—V группы	4—3	46—47	50	—	1,5— 3,0	—	—	—	> 70	3,5— 4,0	15—25	150—300
Магние- вый	Для сложных стержней I—II группы	3—5	95—97	—	1,5—2,0	—	—	0,2— 0,3	4—5	> 80	3—5	6—10	700—1000
	Для стержней средней сложности III группы	3—5	95—97	—	(1,5—3,0)	—	—	—	4—5	> 80	3—4	5—10	150—300
	Для простых стержней IV—V группы	4—3	46—47	50	—	1,5— 3,0	—	—	4—5	> 70	3,5— 4,0	15—25	150—300

Примечание. В состав смеси, предназначенной для формовки простых стержней IV—V группы, вводят (при изготовлении отливок из магниевых сплавов) 2—5% песка П01.

смола холодного твердения (так же, как и смесей со смолами горячего твердения) состоит из смолы, катализатора, кварцевого песка. Составы смесей ХТС различаются по используемой смоле и катализатору.

Формовочные и стержневые смеси должны обладать достаточной прочностью в сыром и сухом состояниях, хорошей формуетемостью и газопроницаемостью, высокой огнеупорностью и выбиваемостью, низкой газотворностью. Составы и свойства смесей приведены в табл. 69—82.

§ 23. Приготовление формовочных и стержневых смесей

Формовочные (единые, облицовочные, наполнительные) и стержневые смеси приготавливают различными способами в зависимости от их назначения и технологических свойств.

Формовочные смеси. 1. Единую смесь приготавливают в такой последовательности. Обратную смесь, освежающие добавки (кварцевый песок, формовочную глину, молотый уголь, связующие) увлажняют и перемешивают в бегунах 4—7 мин. Обратную смесь предварительно пропускают через магнитный сепаратор, а затем просеивают через полигональное сито с размерами ячейки не более 16 мм. Готовую смесь подают в бункера-отстойники, в которых она вылеживается 2—3 ч. После разрыхления в дезинтеграторе или аэраторе смесь поступает на рабочие места.

2. Способ приготовления облицовочной смеси такой же, как единой, но время перемешивания в бегунах увеличивают на 8—12 мин (см. п. 1).

3. Способ приготовления наполнительной смеси такой же, как единой (см. п. 1).

4. Облицовочную, пластичную самотвердеющую смесь (ПСС) на жидком стекле приготавливают в два этапа. На первом этапе в бегуны вводят все компоненты смеси, кроме феррохромного шлака, — песок, глину, уголь молотый, жидкое стекло, раствор едкого натра и др. Время перемешивания компонентов 6—8 мин. Готовую базовую смесь по транспортерным лентам подают в бункера, установленные на рабочих местах формовочных участков. Приготовление ПСС на втором этапе выполняют в специальных барабанных или шнековых смесителях. В смеситель из бункера подают базовую смесь, вводят дозу феррохромного шлака и все компоненты перемешивают 0,3—1,0 мин. Готовую смесь кубелями или непосредственно из шнекового смесителя подают в опоку.

5. Исходные материалы жидких самотвердеющих смесей (ЖСС) подают в бункера на формовочный участок. Бункера установлены над барабанными (периодического действия) или шнековыми (непрерывного действия) смесителями. Затем в заданной последовательности исходные материалы подают в смеситель, в котором их перемешивают 3—5 мин. Жидкую композицию приготавливают отдельно. Готовую смесь подают в опоку.

6. Формовочные смеси на смолах холодного твердения приготавливают так же, как стержневые смеси с ХТС (см. ниже п. 9).

Стержневые смеси. 7. Способ приготовления жидких самотвердеющих стержневых смесей (ЖСС) такой же, как формовочных (см. выше п. 5).

8. Исходные материалы песчано-глинистых смесей (формовочный песок, глина, связующие и специальные добавки) увлажняют и перемешивают в бегунах 10—12 мин. После перемешивания 1,5—2 ч готовую смесь подают на рабочие места в бункера или в специальные короба.

9. Компоненты стержневых смесей на смолах холодного твердения (кварцевый песок, смолу и катализатор) подают в определенных дозах в шнековый смеситель непрерывного действия и тщательно перемешивают 1 мин. Готовая смесь из смесителя поступает в стержневой ящик.

Оборудование. В смесеприготовительных цехах для приготовления смесей и подготовки исходных материалов применяют основные виды оборудования, приведенные в табл. 83.

Кроме основных видов оборудования используют питатели, системы для перемешивания материалов и смесей, магнитные сепараторы, дозаторы и другое нестандартное оборудование. В последнее время разработаны и внедрены комплексно-механизированные и автоматизированные системы большой мощности и высокой производительности.

83. Основные виды оборудования для приготовления исходных материалов и смесей

Оборудование	Назначение
Оборудование для измельчения	
Шнековые дробилки С182А производительностью 9—10 м ³ /ч	Грубое измельчение комьев формовочного песка, сухой формовочной глины, угля, кокса, ферросилиция и др. То же
Вальцовые дробилки 8009 конструкции завода «Станколит» с производительностью 0,5 т/ч	
Молотковые дробилки УМ20 производительностью 0,5 т/ч	
Шаровая мельница 151М. Наибольшая масса загружаемого материала — 40 кг. Производительность — 75 кг/ч	Для тонкого помола сухих материалов (угля, кокса, графита, формовочной глины и др.)
Оборудование для просеивания	
Передвижная смесесеялка 171 производительностью до 3 м ³ /ч	Для просеивания наполнительной смеси на небольших маломеханизированных участках
Сито барабанное 176М производительностью 40 м ³ /ч	Для просеивания просушенных песков и других материалов
Сито плоское СМ50 производительностью 30 м ³ /ч	Для просеивания различных материалов
Оборудование для смешивания и разрыхления	
Бегуны с вертикальными катками 1а12. Объем замеса — 0,6 м ³ , производительность — 12 м ³ /ч	Для приготовления формовочных и стержневых смесей
Бегуны с горизонтальными катками 115 м. Объем замеса — 0,4 м ³ , производительность — 25 м ³ /ч	Для приготовления формовочных и стержневых смесей
Сдвоенные бегуны с вертикальными катками 1524. Объем замеса — 2 м ³ , производительность — 80 м ³ /ч	Для приготовления формовочных и стержневых смесей
Литейный аэратор (лопастной) 1а32 производительностью 40 м ³ /ч	Для разрыхления смеси после ее приготовления
Передвижная машина барабанного типа 126 производительностью до 12 м ³ /ч	Для просеивания и разрыхления материалов, а также для удаления металлических включений
Оборудование для сушки	
Горизонтальные барабанные печи СОБ-1, СОБ-2, СОБ-3, СОБ-4, СОБ-5, ПБ2-0,6, ПБ1-13,0. Производительность 0,6—9,0 (песок влажностью 15%) и 0,25—3,4 т/ч (глина влажностью 23%)	Для сушки формовочных песков и глины
Тарельчатые сушильные печи ПТ-3, ПТ-6, ПТ-12, ПТ-24	Для сушки формовочного песка
Оборудование для смешивания	
Поворотные смесители СН198, СН204, 4722 производительностью соответственно 1,0; 2,6; 3,0 т/ч	Для приготовления химически твердеющих смесей (ЖСС, ПСС, ХТС)

§ 24. Вспомогательные формовочные материалы

При изготовлении отливок применяют вспомогательные материалы различного состава и назначения (табл. 84—88).

Модельные припылы (ликоподий, серебристый графит, цемент, тальк) и разделительные смазки используют для покрытия поверхностей модели (или стержневого ящика) с целью предупредить прилипание к ним формовочных (или стержневых) смесей. Широко применяют разделительные смазки следующих составов: 1) 50% керосина, 50% мазута; 2) 30% хлористого кальция, 65% воды, 5% ДС-РАС; 3) 40% керосина, 40% мазута, 20% серебристого графита; 4) 8—12% олеиновой кислоты, 92—88% керосина.

Противопригарные материалы: каменноугольная пыль, мазут, графит, маршалит, молотый древесный уголь, краски и натирки вводят в состав формовочных и стержневых смесей или покрывают ими рабочие поверхности формы (или стержня) с целью уменьшить образование пригара на отливках.

Вентиляционные стержневые фитили, состоящие из 80% воска, 20% желтого парафина, применяют с целью увеличить газопроницаемость стержней.

Замазки применяют для исправления поверхностных дефектов форм и стержней при их окончательной отделке. Они должны обладать хорошей пластичностью и не образовывать трещин и не отслаиваться от поверхности формы (стержня) после тепловой обработки.

Легирующие пасты, состоящие из размолотых легирующих элементов — марганца, кремния, хрома, алюминия, 10% соды, 10% буры, применяют с целью изменить химический состав и свойства поверхностного слоя отливки.

84. Примеры самовысыхающих противогригарных покрытий

Тип и номер покрытия	Массовая доля составляющих, %														Плотность покрытия, готового к употреблению, г/см ³	Назначение
	графит скрокрсталлический	графит кристаллический	талык	циркон	поливинилбутираль	смола 101M	полиизобутилен (П-200)	древесный лек	смола ФФ-1СМ	поливинилацетат блсерный	спирт гидролизный	растворитель 646	растворитель обувного гранитоля	бензин «калоша»		
1	37	9	—	—	—	—	—	12	1	—	—	41	—	—	1,15—1,20	Для средних и тяжелых отливок
2	31,6	5	—	—	1,9	—	5,5	—	—	—	11	45	—	—	1,14—1,16	То же
3	38	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	1,15—1,20	
4	35	10	—	—	2,5	—	—	—	—	52,5	—	—	—	—	1,10—1,25	Для средних отливок
5	35	10	—	—	—	5	0,3	—	—	—	—	—	49,7	—	1,05—1,10	Для средних отливок, преимущественно приготовляемых в сырых формах
6	—	—	46	—	—	—	6	5	—	—	—	—	43	—	1,10—1,14	Для мелких отливок
7	—	—	—	59	—	—	—	—	11,4	1,6	—	—	—	—	1,70—1,75	Для создания противогригарного слоя в тепловых узлах форм

Примечание. Лак КО-0168 или КО-0169 содержит (по массе) %: 3—4 поливинилбутирала, 8—10 полиметилфенилсиксановой смолы (К-9 или КМ-9К), 86—89 растворителя.

85. Примеры самотвердеющих противопожарных покрытий

Номер покрытия	Графит скрытокристаллический	Графит кристаллический	Бектонит	Лак КО-0168 или КО-0169	Сульфитная барла,	Техническая мочеви́на	Смола М-56	Окись цинка	Вода	67%-ный водный раствор персульфата аммония (сверх 100%)	50%-ный раствор ортофосфорной кислоты (сверх 100%)	Плотность покрытия, готового к употреблению, г/см ³	Назначение
8	50	—	3,5	—	10	10	—	0,5	26	75	—	—	Для средних отливок
9	18	6	—	—	—	—	73	—	3	—	0,3	1,20—1,25	

Примечания: 1. Лак КО-0168 или КО-0169 содержит (по массе), %: 3—4 поливинилбутираля, 8—10 полиметилфенилсилоксановой смолы (К-9 или КМ-9К), 86—89 растворителя. 2. Отвердители для покрытий № 8, 9 готовят отдельно и вводят перед употреблением.

86. Составы натирочных паст

Номер состава	Массовая доля составляющих, %						
	графит		шамот	огнеупорная глина	сульфитная барда	связующее 4ГУ	
1	35	50	—	15	—	—	
2	50	—	35	15	—	—	
3	63,5	—	—	3,7	4,7	1,6	26,5

Примечание. В составы № 2 и 1 вводят еще одну в количестве соответственно 0,6 и 0,5 л на 1 кг сухой смеси (сверх 100%).

87. Составы литейных клеев

Наименование составляющих	Массовая доля (%) составляющих в клеех			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Кварц пылевидный	50	—	—	—
Сульфитная барда (плотностью 1,28—1,30 г/см ³)	—	50	—	—
Огнеупорная глина	—	50	60	—
Контакт Петрова	0,5% от массы смеси	—	—	—
Смола МФС	50	—	—	—
Смола МФ-17	—	—	—	79
Декстрин	—	—	40	15
Ортофосфорная кислота (20%-ной концентрации)	—	—	—	6
Вода (сверх 100%)	—	20	—	—
Прочность на разрыв, кПа	1500—1600	700	1000	1700—2500

Примечание. Состав № 4 — самотвердеющий, длительному хранению не подлежит.

88. Составы замазоч

Номер состава	Массовая доля составляющих, %						
	кварцевый	графит	тальк	бентонит	крахмалит	крахмалит (кристаллический)	
1	—	65,9	25,43	8,67	—	—	69 (сверх 100%)
2	47,6	—	20,0	3,9	4,3	0,6	23,6

Примечания: 1. При приготовлении состава № 2 каустическую соду отдельно смешивают с водой, нагретой до 50° С, и крахмалитом. 2. Для сохранения пластичности замазку хранят в закрытой таре.

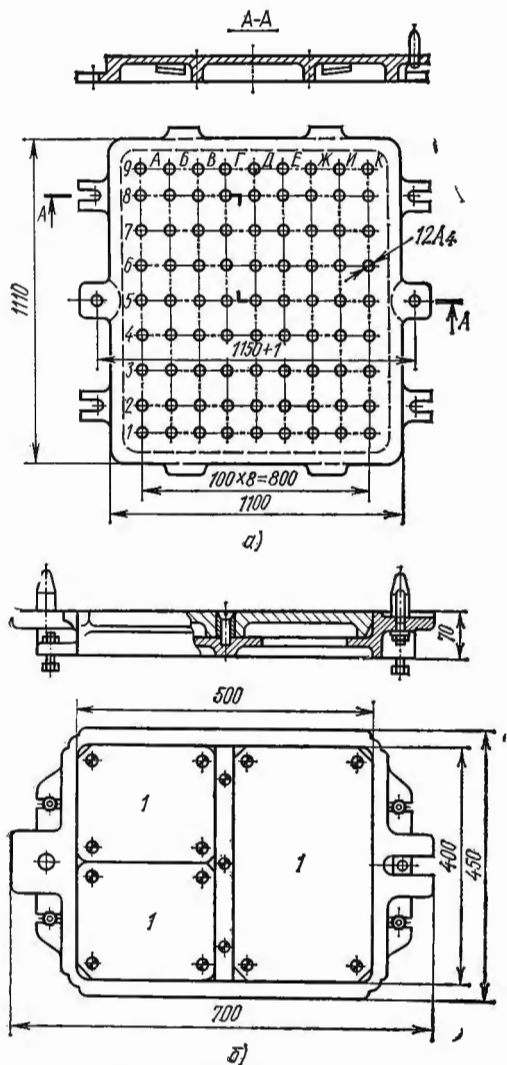


Рис. 21. Модельные плиты:

а — координатная, б — со вставными вкладышами
и 1

бойками, различные по геометрической форме набойки, ручные трамбовки и другой формовочный инструмент.

Группа инструмента для отделки поверхностей форм и стержней включает гладилки, ползки, ланцеты, крючки, вентиляционные длинные и короткие иглы и др.

Формовочный инструмент изготовляют в соответствии с техническими требованиями (ГОСТ 11801—74). Рабочие поверхности металлического инструмента должны быть полированы или шлифованы и не иметь трещин, заусенцев, коррозии и других дефектов. При необходимости инструмент подвергают термообработке. Инструмент с целью предупредить его коррозию периодически смазывают минеральным маслом или иными защитными покрытиями.

Модельные плиты. При машинной, а в некоторых случаях и при ручной фор-

Клей (табл. 87) служит для исправления дефектов форм и стержней, а также для склеивания отдельных частей стержня. Типовой состав феррошлакового клея включает 75% жидкого стекла и 25% феррохромного шлака. Клей тальковый на основе жидкого стекла состоит из 75% жидкого стекла и 25% талька.

С целью исключить утечку расплава из формы и образование заливов по разьему формы и знаковым частям стержней прокладывают глину или асбесто-битумный шнур. Прокладочная глина состоит из 85—90% песка П01 и 10—15% формовочной глины. Наиболее широко применяют прокладочный шнур, содержащий 19% масла индустриального 45, 16% битума БНК-5 и 65% асбестовой крошки. Прокладочный шнур уменьшает газовыделение в местах контакта его с расплавом, повышает качество и геометрическую форму отливка.

ГЛАВА IV

ЛИТЕЙНЫЕ ФОРМЫ

§ 25. Формовочный инструмент и приспособления

Инструмент. При изготовлении форм (или стержней) используют различные формовочные инструменты, которые подразделяют на две группы: для уплотнения и для отделки. К первой группе относят пневматические трамбовки ИП4502, ТР-1, ТР-2, ТР-4, ТР-6, киянки с деревянными и резиновыми

мовке, модели укрепляют на одно- или двусторонние модельные плиты. Модельные плиты для машинной формовки изготавливают, как правило, из чугуна, но если масса модельной плиты лимитирована, то модельные плиты изготавливают из алюминиевых сплавов. При мелкосерийном производстве плиты делают из дерева с окантовкой металлом проушин для центровочных штырей и мест контакта плиты с опокой. Применяют координатные (рис. 21, а) модельные плиты, плиты с вкладышами (рис. 21, б) и координатным крестом (рис. 22).

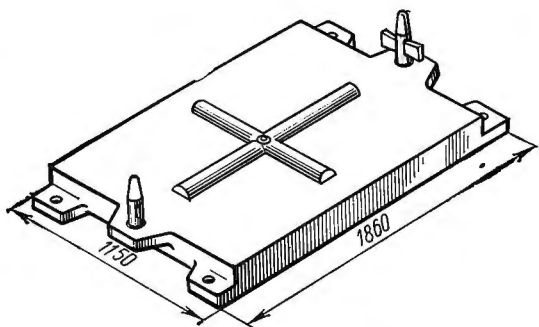


Рис. 22. Модельная плита с монтажным крестом

Вкладыши вставляют в гнездо модельной плиты и крепят болтами или защелками. Монтаж моделей по кресту выполняют с помощью взаимно перпендикулярных планок плиты полукруглого сечения. Планки входят в соответствующие пазы на модели и точно фиксируют ее. Модель к плите крепят одним болтом, расположенным в центре креста.

Координатные плиты имеют сквозные отверстия диаметром 12—15 мм, нанесенные в определенном порядке (по системе координат). Каждое отверстие имеет свое обозначение. Модель крепят специальными шпильками, проходящими через отверстия плиты.

Центрирующие штыри на модельных плитах служат для правильной установки опоки с целью не допустить смещение отпечатка модели на полуформах при их сборке. При формовке на автоматических линиях, когда центрирующие штыри закреплены на верхней опоке, на модельной плите вместо штырей устанавливают центрирующие втулки.

Центрирующие штыри и втулки должны быть тщательно закреплены на модельной плите, не должны иметь дефектов и износа сверх установленных норм.

Литейные опоки. Их классифицируют (ГОСТ 2133—75) на типы, виды, категории и группы. В зависимости от способа изготовления опоки делят на типы: I — цельнолитые из стали, чугуна и легких сплавов; II — сварные из стандартного и специального проката или стальных литых элементов; III — свертные из стали и чугуна.

По конфигурации (контур в свету) бывают опоки трех видов: прямоугольные (или квадратные), круглые и фасонные.

Ручные опоки (рис. 23, а), имеющие массу без формовочной смеси до 30 кг, относят к 1-й категории; комбинированные — массой до 60 кг с устройствами для ручного и кранового подъема — ко 2-й категории; опоки массой свыше 60 кг крановые (рис. 23, б) — к 3-й категории.

Опоки, предназначенные для вертикальной заливки, в боковых или торцовых стенках имеют прорезы для выполнения каналов литниковой системы и специальные устройства (скобы, цапфы) для поворота опок под заливку. Такие опоки используют и для горизонтальной заливки форм.

Для удержания смеси в крупных и средних опоках делают ребра (крестовины), а также отбортовки и ребра на боковых и торцовых стенках. Крестовины выполняют со стороны набивки опоки формовочной смесью.

Для вывода газов из формы при заливке их расплавом, а также для уменьшения массы на боковых и торцовых стенках опок делают круглые или овальные отверстия, расположенные в шахматном порядке.

Для центрирования опок имеются уши с центрирующими втулками или штырями; для подъема и перемещения — скобы, цапфы, ручки.

Размеры и конструкция опок нормализованы (табл. 89).

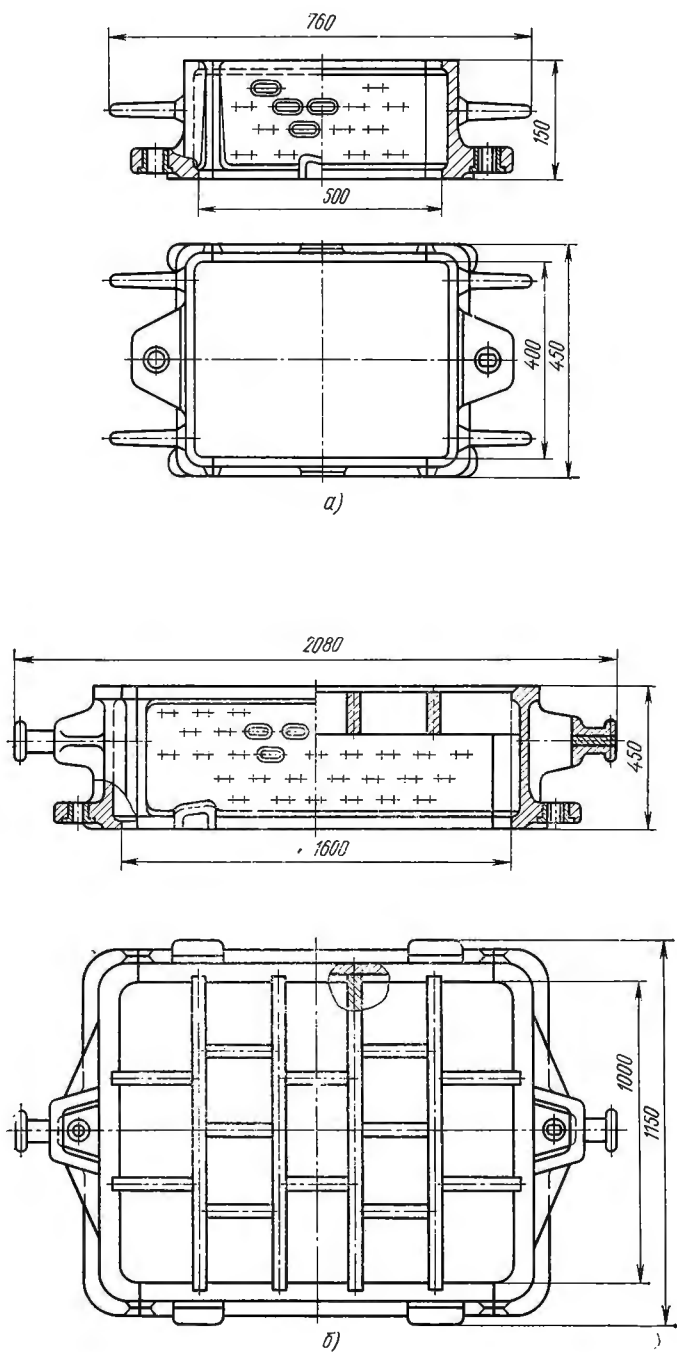


Рис. 23. Ручная (а) и крановая (б) опки

89. Размеры нормализованных опок, мм

Средний габаритный размер $\frac{L+B}{2}$, где L —длина, B —ширина	Длина L или диаметр D	Шаг по длине	Ширина B	Шаг по ширине	Высот	Шаг по высоте
500	300—750	50	250—500	50	50—350	25; 50
501—750	800—1200	100	250—750	50	100—600	25; 50
751—1000	1400—1600	100	350—1000	50—100	150—600	25; 50
1001—1500	1800—2400	200	450—1500	50—100	150—600	25; 50
1501—2500	2500—4000	200; 250	650—2500	50; 100; 200	200—800	50; 100
2501—3500	4250—5500	250; 500	1000—3500	100; 200; 250	300—1000	50—100
3501—5000	6000—8000	500	1100—5000	100; 200; 250	350—800	50—100

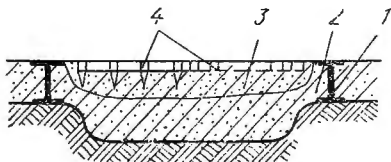
§ 26. Ручная формовка

Основные технологические операции ручного изготовления литейных форм универсальны и применяются при любом способе (табл. 90) ручной формовки. Наиболее важными из них являются операции заполнения формовочной смесью опоки с моделью и уплотнение смеси. Уплотнение должно быть проведено равномерно по всему объему опоки. Недостаточное или неравномерное уплотнение приводит к браку отливок.

90. Основные способы ручной формовки

Графическое изображение	Особенности и применение
-------------------------	--------------------------

Открытая формовка в почве по мягкой постели

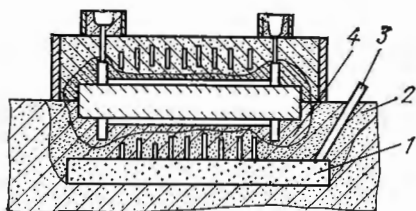


Формуют без верхней полуформы по мягкой постели, по краям которой имеются направляющие металлические или деревянные 1. Котлован постели заполнен наполнительной 2 и облицовочной 3 (см. табл. 91) смесью. Модель 4 осаживают на всю высоту в слой смеси ударами деревянных киянок. Вокруг модели формовочную смесь доуплотняют и выполняют вентиляционные каналы (см. табл. 92, 93). Модель извлекают, производят отделку, окраску и сушку (если необходимо) формы. Применяют для получения неотвественных небольшой высоты отливок (плиты, подкладки, каркасы для стержней и др.).

Графическое изображение

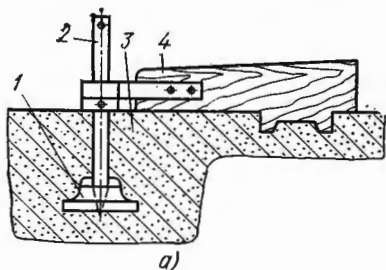
Особенности и применение

Закрытая формовка в почве по твердой постели

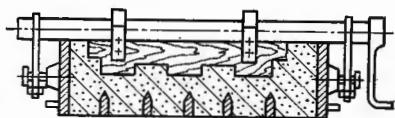


Формуют с верхней полуформой. В яму (котлован) засыпают слой 1 (50—150 мм) кокса, гари или шлака. Затем выводят вентиляционные трубы 3 диаметром 50—70 мм, насыпают и уплотняют слой 80—120 мм наполнительной 2 и слой (50—70 мм) облицовочной 4 смеси. Устанавливают модель, элементы литниковой системы, верхнюю опоку. Положение опоки фиксируют клиньями. Изготавливают верхнюю полуформу, снимают ее, извлекают модель, выполняют окраску, отделку и сушку формы. Формовку в почве большей частью производят в сборно-разборных кессонах. Это уменьшает расход смеси, снижает трудоемкость работ. Применяют способ для изготовления крупных отливок

Формовка по шаблону



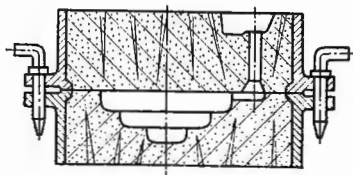
а)



б)

В почве (эск., а) устанавливают вертикально подпятник 1 со шпинделем 2, вокруг которого изготавливают постель 3. Уплотненную смесь выгребают вращением шаблона 4, образуя наружную цилиндрическую поверхность отливки. Возможна формовка с применением горизонтально расположенного шпинделя (эск., б). Способ применяют для единичного производства отливок постоянного сечения

Формовка по неразъемной модели

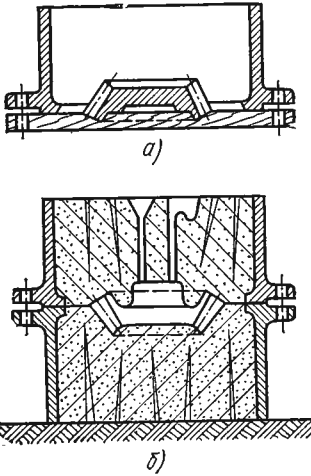


Модель размещают в нижней полуформе, а в верхней располагают шлакоуловитель, стояк, литниковую чашу (воронку). Применяют способ при изготовлении отливок простой конфигурации

Графическое изображение

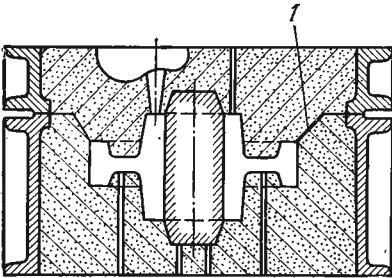
Особенности и применение

Формовка по неразъемной модели в опоках с модельным щитком



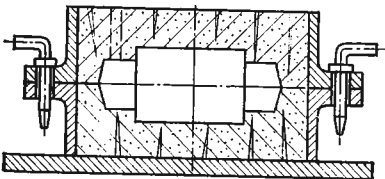
Модель со стороны плоскости разреза формы имеет выступы. Такую модель устанавливают на деревянный или гипсовый щиток с вырезом, повторяющим контур выступов (эск., *a*). После формовки нижней (или верхней) полуформы ее кантуют на 180° , щиток снимают, освобождая для формовки скрытую часть модели. Способ формовки используют в случаях, когда нельзя изготовить разъемную модель (эск., *b*).

Формовка по неразъемной модели в опоках с подрезкой

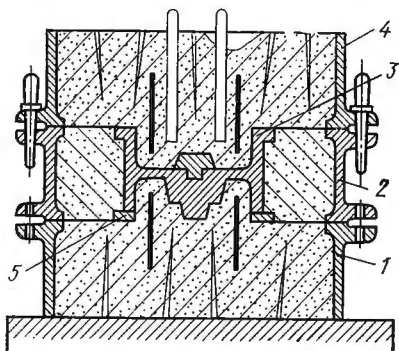


Модель со стороны плоскости разреза формы имеет углубления, поднутрения. Разъем форм фигурный (криволинейный). Особенность формовки заключается в подрезке части смеси по линии 1 после изготовления нижней или верхней полуформы. Подрезку не выполняют при установке деревянного (или другого материала) бруска, повторяющую форму и контуры подрезки. Способ формовки используют при изготовлении отливок любого габаритного размера, как при формовке в опоках, так и в почве.

Формовка по разъемной модели в опоках



Модель разъемная, состоит из двух частей. Одну половину модели размещают в нижней опоке, другую — в верхней. При недостаточной высоте двух опок применяют третью опоку, не имеющую крестовин. При формовке нижнюю половину модели устанавливают на модельные щитки или плиты. После формовки нижнюю полуформу кантуют на 180° Устанавлива-

Графическое изображение	Особенности и применение
<p style="text-align: center;">Формовка в опоках по модели, имеющей две плоскости разъема</p> 	<p>ют на нижнюю половиину модели верхнюю и изготовляют верхнюю полуформу. Способ формовки применяют при изготовлении отливок любого габаритного размера и сложности</p> <p>Модель 3 не может быть извлечена из формы в одном направлении, а применение стержня неэкономично. В этом случае формуют в трех опоках. Средняя опока 2 не имеет крестовин. Первой изготовляют среднюю часть формы, на нее накладывают нижнюю опоку 1. После кантовки двух частей формы изготовляют третью верхнюю часть формы в опоке 4. Затем производят съем верхней части и извлечение верхнего отъемного фланца и модели. После снятия средней части из формы вынимают фланец</p>

Примечания: 1. При формовке в почве и опоках отъемные части извлекают после модели в порядке их нумерации. 2. Для изготовления мелких отливок ручным (или машинным) способом применяют формовку в съемных опоках.

91. Оптимальная толщина облицовочного слоя

Масса отливки, кг	Форма	Толщина слоя облицовочной смеси (в уплотненном состоянии), мм
До 20	Сырая	10
Больше 20		15—20
До 100	Подсушенная	20—30
Больше 100		30—50
До 1000	Сухая или химически твердеющая	40—70
1000—5000		70—120

92. Нормы вентиляции форм

Масса отливки, кг	Форма	Диаметр вентиляционной иглы, мм	Количество наколов на 1 дм ²
≤ 20	Сырая	5—6	3—4
> 20		5—6	3—4
≤ 100	Подсушенная	5—6	3—4
> 100		6—8	2—3
≤ 1000	Сухая	6—8	2—3
> 1000—5000		8—10	2—3

93. Нормы проशीливания форм

Шаг проशीловки, мм				
Участок формы у литников	Верхние плоские горизонтальные поверхности	Нижние и вертикальные поверхности	Выступающие части	
			нижние и боковые	верхние
25—35	50—75	25—100	50—75	25—40

Твердость сырых форм определяют прибором модели 071 (рис. 24, а). Для замера твердости прижимают основание твердомера к поверхности формы и вдавливают в нее шарик. Показание фиксируют на шкале прибора. Твердость сухих форм определяют прибором модели 0731М (рис. 24, б). Способ измерения

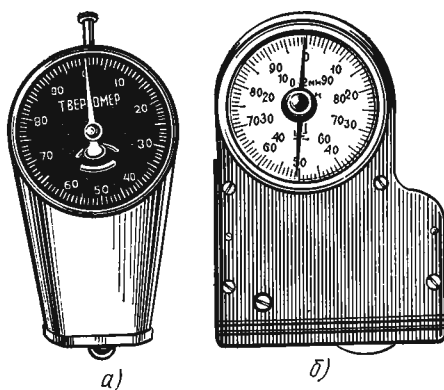


Рис. 24. Твердомеры модели 071 (а) и модели 073М (б)

тот же, что и прибором модели 071, но вместо шарика рабочей частью служит нож.

Для сухих форм уплотнение увеличивают на 10—15 ед., так как при сушке плотность смеси уменьшается за счет выгорания органических добавок и удаления влаги. Рекомендуемые значения твердости приведены в табл. 94.

94. Оптимальная величина твердости форм

Масса отливки, кг	Форма	Твердость в сыром состоянии, ед.	Твердость в сухом состоянии, ед.
До 20 Больше 20	Сырая	60—70 60—70	—
До 100 Больше 100	Подсушенная	65—75 65—75	40 40
До 1000 1000—1500	Сухая	70—80 75—85	50 50

Примечание. Уплотнение сырой формы при измерении твердости в единицах шкалы прибора 071 считается очень слабым при 20 ед., слабым — 50 ед., средним — 60 ед., плотным — 80 ед., очень плотным — не менее 90 ед.

§ 27. Машинная формовка

Машинную формовку применяют не только в массовом, крупносерийном и серийном производстве, но и при изготовлении мелкосерийных и единичных отливок. Машинная формовка по сравнению с ручной имеет ряд преимуществ: облегчает труд, повышает его производительность, позволяет получать отливки с более точными размерами.

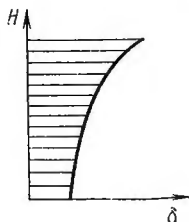
Классифицируют формовочные машины по трем признакам. В зависимости от вида энергии для приведения машин в действие их делят на пневматические, механические, гидравлические и электромагнитные. По методу уплотнения смеси (табл. 95) различают формовочные машины прессовые, вибропрессовые, встряхивающие, встряхивающие с допрессовкой и пескометы. По способу извлечения модели из формы делают на машины со штифтовым подъемом опоки, с перекидным и поворотным столом. Основные характеристики машин приведены в табл. 96, 97.

95. Методы уплотнения смеси при машинной формовке

График (H —высота опоки, мм;
 δ —степень уплотнения, г/см³)

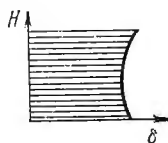
Краткая характеристика и область применения

Верхнее прессование плоской колодкой



Уплотнение неравномерное. Наибольшее уплотнение смеси около прессовой колодки, наименьшее — у плоскости разъема и модели. Применяют для изготовления форм в низких опоках (до 200 мм). Равномерность уплотнения обеспечивается при прессовании фигурными (профильными) колодками

Дифференцированное прессование

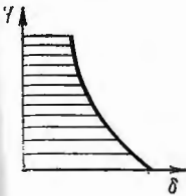


Уплотнение относительно равномерное. Применяют в условиях крупносерийного и массового производства

Высота опоки (H —высота опоки, мм;
 δ —степень уплотнения, г/см³)

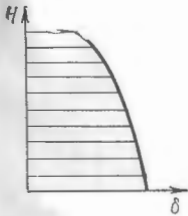
Краткая характеристика и область применения

Нижнее прессование



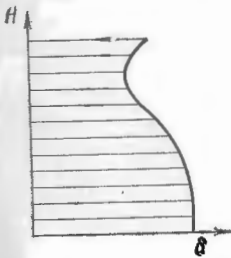
Уплотнение неравномерное. Наибольшее уплотнение смеси около модельной плиты и модели. Применяют при изготовлении сложных по конфигурации отливок, не имеющих больших по площади горизонтальных участков

Встряхивание



Уплотнение неравномерное. Наибольшее уплотнение смеси около модельной плиты и модели. Применяют при изготовлении отливок любой массы и сложности

Встряхивание с допрессовкой



Более равномерное уплотнение, чем при встряхивании, за счет доуплотнения верхних слоев формы при допрессовке верхних слоев формы. Применяют для изготовления форм мелких и средних отливок

Пескометный



Уплотнение равномерное, несколько увеличивающееся по направлению к модельной плите и модели. Смесь доуплотняют послойно пневматической трамбовкой. Слабое уплотнение смеси у ребер и крестовин опоки. Применяют для изготовления форм средних, крупных и тяжелых отливок

Примечание. Изменение объемной массы (г/см³) формовочной (или стержневой) смеси при формовке называют *степенью уплотнения*; если объемная масса насыпаемой в опоку смеси — 1,1 г/см³, а после уплотнения — 1,7 г/см³, то степень уплотнения будет равна $1,7 : 1,1 = 1,54$.

96. Формовочные машины

Продолжение табл. 96

Марка машины	Тип машины и способ извлечения моделей из формы	Наибольшие размеры опоки в свету, мм	Ход вытяжки, мм	Максимальная грузоподъемность, кг	Производительность (полуформ в час)	Марка машины	Тип машины и способ извлечения моделей из формы	Наибольшие размеры опоки в свету, мм	Ход вытяжки, мм	Максимальная грузоподъемность, кг	Производительность (полуформ в час)		
91226Б	Вибропрессовая полуавтоматическая с штифтовым подъемом опок	500×400×200	150	150	1	234М	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	1600×1200×600	550	3000	17		
91271БМ	Встряхивающая с допрессовкой полуавтоматическая машина с штифтовым подъемом опок	500×400×200	150	150	1	235М	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	2000×1600×700	650	5000	12		
253М	Встряхивающая с допрессовкой с поворотным столом	600×500×250	240	400	1	235С	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	2500×1600×700	650	6000	10		
266М	Встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой	600×500×250	250	400	1	236С	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	2500×2000×800	750	10000	8		
ПФ-4	Прессовая формовочная машина	756×676×110	—	—	1	СКФ2М	4-позиционная для изготовления оболочковых форм с штифтовым подъемом оболочек	300×400 *	125	—	75		
22111	Встряхивающие-прессовая без поворота полуформы	500×400×200	200	200	14								
22112	То же	600×500×250	220	400	14	832	6-позиционная для изготовления оболочковых форм с штифтовым подъемом оболочек	450×550 *	100	—	200		
22113	»	800×700×300	290	700	110								
22114	»	1000×800×350	300	1200	95								
22211	Встряхивающие-прессовая с поворотом полуформы	500×400×200	200	200	105								
22212	То же	600×500×250	220	400	90	837	8-позиционная для изготовления оболочковых форм с штифтовым подъемом оболочек	450×550 *	90	—	300		
22213	»	800×700×300	290	700	80								
22214А	»	1000×800×350	300	1200	75								
29514	Встряхивающая с допрессовкой без поворота полуформы	1000×800×250	220	1000	80								
22410	Пневмогидравлическая встряхивающе-прессовая с поворотом полуформы	1000×800×400	350	1500	60								
22411	То же	1200×1000×500	450	3000	50								
22412	»	1600×1200×600	550	3500	33								
22413	»	2000×1600×700	650	5000	15								
22414	»	2500×2000×800	750	10000	8								
232М2	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	800×700×450	400	600	40	Марка	Тип	Производительность (по уплотненному объему смеси), м³/ч	Угол поворота рукавов, град		Радиус действия мегательной головки, мм		
254М	Встряхивающая с допрессовкой и поворотным столом	800×700×300	290	600	45			большого	малого	Высота выходного отверстия головки от уровня пола, мм	наибольший	наименьший	
2М265	Встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой	800×700×300	250	400	50	2Б90	С качающейся головкой	6,0	—	—	800	—	—
703М	Встряхивающая с допрессовкой и штифтовым подъемом опок	1000×600×250	230	900	45	2Б93М	Стационарный с дистанционным управлением	12,5	180	270	800—1600	4600	2000
233М	Встряхивающая с перекидным столом и вытяжным механизмом	1000×800×400	350	1320	20	2Б96	Стационарный	25	180	280	500—2000	6500	2600
255М	Встряхивающая с допрессовкой и поворотным столом	1000×800×350	325	900	40	296М2	Передвижной консольный	25	180	280	500—2000	7500	2720
267М	Встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой	1000×800×350	325	1200	45	24511	Мостовой	25	—	—	4250	3×3*	—
ЛН203	Встряхивающая с штифтовым подъемом опок	1200×1000×500	460	2000	20	24512	»	50	—	—	4500	3×3*	—

Примечания: 1. Грузоподъемность машин при давлении сжатого воздуха 600 кПа. 2. Знаком «*» обозначен размер модельной плиты, мм.

97. Пескометы

Марка	Тип	Производительность (по уплотненному объему смеси), м³/ч	Угол поворота рукавов, град		Высота выходного отверстия головки от уровня пола, мм	Радиус действия мегательной головки, мм	
			большого	малого		наибольший	наименьший
2Б90	С качающейся головкой	6,0	—	—	800	—	—
2Б93М	Стационарный с дистанционным управлением	12,5	180	270	800—1600	4600	2000
2Б96	Стационарный	25	180	280	500—2000	6500	2600
296М2	Передвижной консольный	25	180	280	500—2000	7500	2720
24511	Мостовой	25	—	—	4250	3×3*	—
24512	»	50	—	—	4500	3×3*	—

Примечания: 1. Для изготовления форм из жидких самотвердеющих смесей используют пенолиты, спроектированные на базе пескометов. Смесь приготавливают шнеками в специальном закрытом кожухе, расположенном на большом рукаве. Производительность пенолитов до 25 т смеси в час. 2. Знаком «*» обозначена площадь обслуживания, м.

При машинной формовке механизмируют в основном две технологические операции: уплотнение смеси и извлечение модели из формы. На отдельных типах машин выполняется механизированно переверт полужорм на 180° и сталкивание их на сборочный рольтанг.

§ 28. Особенности изготовления химически твердеющих форм

Изготовление форм из ПСС. Пластичные самотвердеющие смеси широко используют для изготовления форм средних и крупных отливок в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Сущность процесса заключается в том, что после введения в жидкостекляную облицовочную смесь феррохромного шлака (или другого компонента аналогичного действия) происходит химическое твердение смеси на воздухе. Продолжительность твердения смеси зависит от соотношения вводимых связующего (жидкое стекло) и отвердителя (феррохромный шлак), а также от интенсивности перемешивания компонентов и температуры окружающей среды. Твердение смеси начинается практически с момента введения в смесь отвердителя. Изготовить такую смесь централизованно и подавать ее затем по рабочим местам невозможно, к моменту засыпки смеси в опоку может произойти полное или частичное твердение. Поэтому на рабочие места подают так называемую базовую смесь, а отвердитель вводят в смесь на формовочном участке.

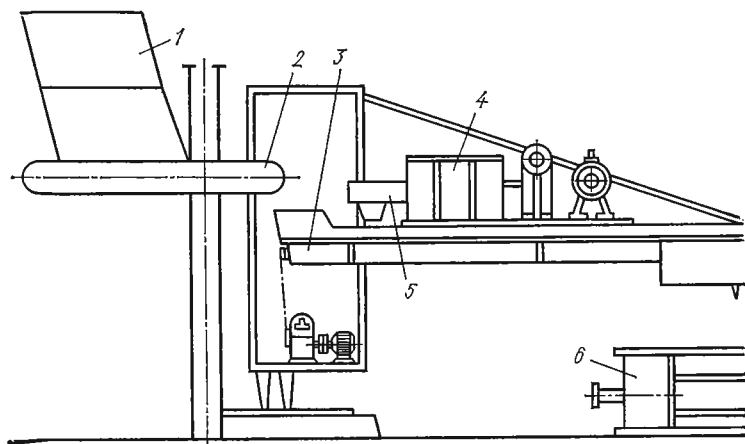


Рис. 25. Смеситель для приготовления пластичных самотвердеющих смесей ПСС

Для приготовления ПСС применяют шнековые смесители непрерывного действия. Общий вид смесителя изображен на рис. 25. Базовая смесь поступает из смесеприготовительного отделения на формовочный участок в бункер 1 с ленточным питателем 2. Ленточный питатель непрерывно подает смесь в двухшнековый поворотный смеситель непрерывного действия 3. Из специальной емкости 4, установленной на смесителе, в базовую смесь дозатором 5 подается феррохромный шлак. В смесителе смесь тщательно перемешивается шнеками, затем через конечную воронку смесителя готовая облицовочная смесь (ПСС) поступает в опоку 6. Дальнейший процесс изготовления формы обычный.

При изготовлении форм на формовочных машинах перемешивание базовой смеси с феррохромным шлаком может производиться в лопастных системах периодического действия, различной емкости (типа бетономешалок). Готовая смесь из смесителя высыпается в контейнер, который перемещается по монорельсу к формовочной машине и разгружается опрокидыванием в опоку. Одна смешива-

Ющая установка обеспечивает работу двух машин, изготавливающих нижние и верхние полуформы.

Изготовление форм из ЖСС. В формах, изготовленных из жидких самотвердеющих смесей, можно получать отливки любой сложности. Наибольшее распространение эти смеси получили при изготовлении тяжелых и крупных отливок.

Различают два способа приготовления ЖСС. При первом способе жидкую самотвердеющую смесь готовят на основе базовой смеси, не имеющей отвердителя и жидкой композиции. Способ приготовления такой же, как и ПСС, но дополнительно в смеситель из смесительного бункера подается в определенном количестве жидкая композиция. Жидкая композиция состоит из жидкого стекла, ДС-РАС, воды. Приготавливают жидкую композицию отдельно в баках-мешалках, после чего подают в емкости смесителя. Принципиально конструкция смесителя не отличается от изображенного на рис. 25.

При втором способе жидкую самотвердеющую смесь готовят на формовочном участке. В специальный бункер, расположенный над смешивающей установкой, подают все компоненты: сухой песок; феррохромный шлак; молотый уголь или древесный пек и жидкую композицию. Принцип работы установки такой же, что и в предыдущем случае, но смешивается большее число последовательно подаваемых в смеситель компонентов. Наиболее удобны в работе двухрукавные смесители, спроектированные на базе пескометов. Вместо транспортной ленты большого рукава пескомета смонтирован двухшнековый смеситель непрерывного действия. Необходимость в метательной головке пескомета в этом случае отпадает. Вместо головки устанавливают устройство типа направляющей воронки, через которую смесь заливается в опоку. Режим работы смесителя автоматический.

В некоторых случаях ЖСС готовят в лопатных смесителях (типа бетономешалок) периодического действия. В этом случае смесь транспортируется к опоке в специальных емкостях, имеющих нижний затвор, иногда опока подается под смеситель на рольганге, тележечном конвейере или другим способом.

При изготовлении форм по ЖСС целесообразно применять два состава: облицовочный, которым заполняют до 60% объема формы, и наполнительный, заполняющий остальную часть формы. Облицовочный состав содержит большее количество крепителя и более прочный.

§ 29. Особенности изготовления форм на автоматах

При изготовлении литейных форм на автоматах, основные типы которых приведены в табл. 98, к технологической оснастке и формовочным материалам предъявляют следующие основные требования:

1. Модель должна быть металлической или пластмассовой и лишь в некоторых случаях деревянной, но изготовленной по I классу прочности.

2. Опки должны иметь более жесткую, чем опоки для машинной формовки, конструкцию, точное исполнение не только посадочных отверстий и штырей, но и многих наружных поверхностей, сопрягающихся при формовке с различными механизмами линии. Отдельные элементы опки должны быть выполнены в виде направляющих для перемещения ее по позициям линии.

3. Формовочная смесь должна иметь стабильные и более высокие физико-механические свойства. Принятая в литейных цехах оценка качества смесей (для сырых форм) по прочности на сжатие, влажности и газопроницаемости недостаточна. Для соответствия качества смесей условиям работы на формовочном автомате необходимо контролировать и доводить до заданных значений такие технологические свойства смесей, как индекс формуемости (сыпучесть), текучесть, осыпаемость. Применяемые при формовке на автоматах единые смеси должны иметь пониженную влажность, повышенные текучесть и сыпучесть. Газопроницаемость смеси должна быть на 20—30% выше, чем газопроницаемость смеси для форм машинного изготовления. Это условие связано с отсутствием на большинстве автоматов технологической операции изготовления вентиляционных каналов.

4. Немаловажное значение имеет также подбор режима уплотнения в зависимости от сложности отпечатков формы. Применение гидропластовых и многоплунжерных пресовых колодок для доуплотнения при пресовании позволяет повысить равномерность уплотнения смеси.

98. Автоматические формовочные машины

Тип	Модель	Размер опок в свету, мм	Производительность, опок/ч
Встряхивающая с вибропрессованием и перекидной плитой	22821	500×400	До 120
Встряхивающая с допрессовкой и штифтовым подъемом опок	АЛ91271	500×400	80
Вибропрессовая	АЛ91227	600×500	» 160
Встряхивающая с допрессовкой и протяжной рамкой	АЛ91265	800×700	» 80
Встряхивающая с допрессовкой для изготовления верхних полуформ	94265	800×700	240
То же, для нижних полуформ	94265А	800×700	240
То же, для верхних полуформ	94267	1000×800	240
Линия безопочной горизонтальной формовки, сборки, заливки, выбивки (способ уплотнения — пескодувно-прессовый)	АЛ28412	600×500	400
Линия безопочной горизонтально-стопочной формовки, сборки, заливки, выбивки (способ уплотнения — пескодувно-прессовый)	КЛ2002	500×400	320
Линия безопочной формовки, парной сборки, заливки, выбивки	28314	800×600	200—240
Линия формовки и выбивки для изготовления отливок массой до 1000 кг (наибольшее давление прессования 1600 кПа)	Л651	1200×1000	До 60
Линия формовки и выбивки (способ уплотнения — многоплунжерное прессование)	ИЛ225	900×600	240
Линия формовки, сборки, выбивки (способ уплотнения — встряхивание с одновременным прессованием)	22833	800×700	120
Линия изготовления отливок в вертикальных стопочных формах (максимальное давление прессования 1500 кПа)	1012М	500×400	350
То же, для нижних полуформ	94267А	1000×800	240
Пескодувная с допрессовкой двухпозиционная	92271	500×400	360
То же	92272	600×500	» 300
Линия безопочной горизонтально-стопочной формовки (способ уплотнения — пескодувно-прессовый)	АЛ23714	800×600× ×250—400	300—360

Тип	Модель	Размер опок в свету, мм	Производительность, опок/ч
Формовочная линия	KB301	1100×750×300	До 240
Формовочная линия	KB2779	1500×1000×400	220
Формовочная линия (оснащена прессометом модели 2ПН40МС1)	Л637 (ЛН240) Л667 (ЛН218)	3000×2500× ×300÷900	6÷12
Однопозиционный проходной формовочный автомат с встряхивающим столом и механизмом последующего прессования многоплунжерной головкой	«СПО» (США)	800×700	До 300
Формовочная автоматическая линия, оборудованная двумя встряхивающе-прессовыми машинами челночного типа — одна для верхних, другая для нижних полуформ	«Кюнцель-Вагнер» (ФРГ)	1100×750	240
Автоматические формовочные линии с двоянным формовочным автоматом	«Генрих-Вагнер» (ФРГ)	300×650	300
		400×700	240
		500×800	200
		600×800	180
Автоматизированная безопочная формовочная линия высокого давления	«Дисаматик 2011»	450×500× ×(120—300)	300
	«Дисаматик 2013»	480×600× ×(120—300)	300
	«Дисаматик 2032» (Дания)	600×775×до 400	300

Примечания: 1. Для АЛ23714, KB301, KB2779, ЛН240, «Дисаматик 2011», «Дисаматик 2013», «Дисаматик 2032» приведены габаритные размеры форм. 2. На автоматических линиях моделей KB301, KB2779 может осуществляться один из следующих режимов уплотнения форм: встряхивание с последующим прессованием; встряхивание с одновременным прессованием; предварительное встряхивание с последующим одновременным встряхиванием и прессованием; прессование.

§ 30. Сушка форм

Формы (или стержни) сушат для повышения их прочности, газопроницаемости и снижения газотворной способности. Процесс сушки включает нагрев в сушильных печах (табл. 99) форм или стержней до заданной температуры, выдержку их при этой температуре с последующим охлаждением.

Температуру сушки выбирают в зависимости от свойств применяемых крепителей, вида сплава и габаритных размеров форм (или стержней). Так, формы из песчано-глинистых смесей для чугунных отливок сушат при температуре 300—400° С, для стальных — при 400—450° С. Стержни из смесей, содержащих связующие, кроме глины, сушат при температуре 180—350° С.

Продолжительность сушки средних форм составляет 3—5 ч, крупных 8—20 ч, мелких стержней — 1—2 ч, крупных и средних стержней — 6—12 ч. В конкретных условиях производства продолжительность сушки устанавливают более точно.

Для сокращения продолжительность сушки применяют подсушку поверхностного рабочего слоя формы на глубину 10—50 мм горячими газами горелок и инфракрасными лучами специальных электрических ламп. Подсушку форм, окрашенных водной краской, выполняют при температуре 220°С 8—30 мин в зависимости от принятого технологического процесса.

Вместо формовочных и стержневых смесей используют химически твердеющие смеси, покрывают поверхности форм самовысыхающими красками, которые, так же как и химически твердеющие смеси, упрочняются без теплового воздействия.

99. Типовые сушила

Тип	Топливо	Максимальная температура сушки, °С
Сушильный шкаф с выдвижными полками периодического действия	Газ, мазут, электроэнергия	300
Сушильный шкаф с поворотными полками периодического действия	То же	300
Сушило камерное тупиковое с выкатной тележкой периодического действия	Газ, мазут, уголь (редко)	450
Сушило вертикальное конвейерное непрерывного действия	Газ, мазут	300
Синусоидальное сушило (имеется подвесной конвейер внутри сушила в вертикальной плоскости, образует волнообразную линию движения)	То же	300
Сушило передвижное (по рольгангу) для подсушки		300
Сушило переносное для подсушки форм	Газ	350
Панельные проходные установки для подсушки форм, стержней	»	300

ГЛАВА V

ЛИТЕЙНЫЕ СТЕРЖНИ

§ 31. Классификация стержней

Стержнем называют элемент литейной формы, служащий для образования отверстий, внутренних полостей или других контуров отливки. Стержнями выполняют также элементы литниковой системы, отделяют отливки, расположенные в литейной форме одна над другой. Стержни классифицируют по признакам, приведенным в табл. 100, 101.

100. Классификация стержней по массе, объему и способу упрочнения

Признак классификации	
Группа стержня	Характеристика стержня

Масса и объем

Мелкие	≤ 8 кг, ≤ 5 дм ³
Средние	≤ 100 кг, ≤ 75 дм ³
Крупные	> 100 кг, > 75 дм ³

Признак классификации

Группа стержня	Характеристика стержня
----------------	------------------------

Способ упрочнения

Сырые
Сухие

Холодного твердения

Горячего твердения

Не подвергаются сушке

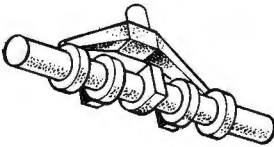
Подвергаются сушке в сушильных печах при температуре 130—400° С

Твердеют за счет химического взаимодействия компонентов смеси самопроизвольно или при продувке смеси газом

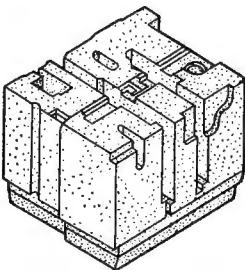
В нагретый стержневой ящик насыпается слой смеси, который твердеет за счет химического взаимодействия компонентов смеси при нагреве стержневого ящика

101. Классы стержней

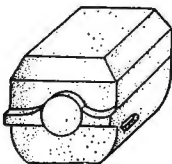
Графическое изображение	Характеристика стержней различных классов
-------------------------	---



Класс I. Наиболее сложные по форме стержни, соприкасающиеся с расплавом большой площадью и образующие в отливках узкие, недоступные для очистки внутренние полости. Малое сечение знаковых частей затрудняет вывод газов. Стержни имеют высокую сухую прочность, огнеупорность, газопроницаемость, малую газотворность, легко разрушаются и извлекаются из полости отливки



Класс II. Центровые стержни сложной и средней формы с наличием тонких частей в виде отдельных выступов, переходов, с достаточно развитыми знаковыми частями. Образуют в отливке поверхности, подвергаемые и не подвергаемые обработке резанием; имеют высокую сухую прочность



Класс III. Наружные и внутренние стержни средней и несложной формы, образующие ответственные необрабатываемые поверхности отливок. Стержни более массивные, чем I и II групп; имеют высокую сырую прочность

Графическое изображение	Характеристика стержней различных классов
	<p>Класс IV. Стержни среднего объема, имеющие несложную форму. Образуют в отливках внутренние и внешние поверхности, обрабатываемые и не обрабатываемые; знаковые части стержней относительно большого сечения</p> <p>Класс V. Массивные крупногабаритные стержни образуют полость отливок или наружные поверхности. Стержни изготовляют с применением опилок, гари, керамзита с целью увеличить их податливость или выполняют пустотелыми</p>

§ 32. Изготовление стержней

Стержни изготовляют ручным и машинным способами в стержневых ящиках и с помощью шаблонов. Наиболее простым и распространенным способом является изготовление стержней в стержневых ящиках. Основные технологические операции этого способа приведены в табл. 102.

102. Технологические операции изготовления стержней

Операция	Содержание работ
<p>Подготовка стержневого ящика</p> <p>Предварительное заполнение стержневого ящика смесью</p>	<p>Проверяют наличие съемных и осадочных частей оправок, шаблонов и их исправность. Стержневые ящики не должны иметь качающихся съемных частей, покоробленных стенок, плохо вынимающихся ребер, кронштейнов, вытряхных вставок и стенок; на рабочих поверхностях не допускаются трещины, вмятины, забитые иглы и другие дефекты. Очищают рабочие поверхности стержневого ящика от пыли и остатков смеси. Наносят кистью или пульверизатором разделительное покрытие. Разъемные стержневые ящики скрепляют скобами, болтами и др.</p> <p>Засыпают слой (30—60 мм) стержневой смеси, проставляют проволоку, крючки или каркас для армирования стержня и его выступающих частей, смесь уплотняют вручную или на машине до $\frac{3}{4}$ высоты стержневого ящика</p>

Операция	Содержание работ
Простановка каркаса	<p>Каркасы не должны иметь трещин, ослабленных сечений и других дефектов. Осаждают (если требуется по технологии) в смесь литой или сварной каркас, предварительно смоченный жидким раствором глины. Зазор между каркасом и стенками ящика равен: для стержней с наибольшим размером до 500 мм — 20—30 мм, до 1000 мм — 25—45 мм; свыше 1000 мм — 40—60 мм. Торцы литых каркасов должны отстоять от поверхности стержня на 10—20 мм. При высоте стержня свыше 750 мм ставят два ряда каркасов. Разборные каркасы (первый ряд планок) закладывают на предварительно уплотненный слой смеси толщиной 50—80 мм и после уплотнения стержневой смеси на $\frac{3}{4}$ высоты стержневого ящика прокладывают второй ряд планок</p>
Вентиляция стержня	<p>Выступающие и узкие части стержня укрепляют крючками и прокладывают в них полый капроновый шнур или восковые фитили для вентиляции, концы которых выводят в полость под наполнитель или в знаковые части. Полость в стержне (если необходимо) выполняют с помощью коробки (бруска) или вручную. Толщина рабочего слоя смеси от стенки ящика до полости под наполнитель равна 60—80 мм, для стержней с наибольшим размером до 500 мм; 80—100 мм — до 500 мм; 80—100 мм — до 1000 мм; до 100—120 мм — более 1000 мм. После формовки коробки извлекают из стержня. В стенках полости под наполнитель вентиляционной иглой \varnothing 6—8 мм накалывают несквозные каналы числом не менее 8 шт. на 1 дм². Полость засыпают смесью из 50% древесных опилок и 50% отработанной смеси или керамзита. Затем наполнитель уплотняют, занизив уровень засыпки на толщину рабочего слоя смеси. Место занижения уплотняют стержневой смесью</p>
Окончательное заполнение стержневого ящика	<p>Насыпают стержневую смесь до верха стержневого ящика, уплотняют ее вручную пневматической трамбовкой, киянкой, набойкой или машинным способом. Армируют стержень проволокой, отогнутой от каркаса, или проволокой, предназначенной для армирования, после чего досыпают стержневую смесь и окончательно ее уплотняют. При армировании верхней части стержня концы проволоки заправляют в смесь</p>
Удаление излишков стержневой смеси	<p>После окончательного уплотнения смеси со стороны заполнения стержневого ящика выполняют наколы числом не менее 2—3 шт. на 1 дм². Затем излишки смеси срезают ножами и верхнюю плоскость стержня заглаживают гладилкой. При уплотнении стержня со стороны знаковой части или разбега ящика наколы выполняют после срезаания излишков смеси и заглаживания верхней плоскости. Плотность поверхности стержня 70—80 ед.</p>

Операция	Содержание работ
Осадка отъемных частей	<p>При наличии осаживаемых отъемных частей смесь под ними разрыхляют и частично удаляют; затем очищают используемые для фиксации гнезда и осаживают в смесь отъемные части киянками. Удары наносят по шпонкам или деревянным подкладкам. После осадки отъемные части извлекают, в неуплотненные места подсыпают смесь и снова осаживают отъемные части. Верхнюю плоскость стержня заглаживают в местах, искаженных при осаживании отъемных частей</p>
Отделка стержня со стороны заполнения смесью стержневого ящика	<p>Выступающие части, тонкие бортики, углы и кромки прошпиливают шпильками длиной 75—125 мм (шаг прошпиловки — 25—40 мм). Прошпиленные места заглаживают гладилкой и припыливают черным графитом (знаковые части стержня допускается присыпать сухим песком). Углубления засыпают стержневой смесью, которую уплотняют вручную до верхнего уровня стержневого ящика. В стержнях, составляемых из половинок, по разьему ящика прорезают вентиляционные каналы с выводом их в знаковые части или в специальные стойки (наколы), соединенные с полостью внутри стержня. Во все стороны от вентиляционных каналов выполняют несквозные наколы с шагом 25—60 мм</p>
Извлечение стержня из стержневого ящика	<p>После отделки верхней плоскости стержня на стержневой ящик накладывают сушильную плиту с отверстиями. Стержневой ящик с закрепленной плитой кантуют на 180° вручную или машинным способом. Стенки и отъемные части при извлечении стержня слегка обстукивают киянкой. При протяжке машинным способом включают вибраторы. Отъемные части и стенки, извлеченные из стержня, протирают ветошью и вставляют по меткам в стержневую коробку или собирают</p>
Отделка стержня	<p>Отделку стержня выполняют после извлечения его из стержневого ящика. Тщательно заделывают выявленные неплотности, подрывы, поврежденные при извлечении части стержня, сквозные наколы (при необходимости отделяемые места слегка увлажняют). Выступающие части стержня, тонкие бортики, углы и кромки прошпиливают шпильками (шаг прошпиловки 25—40 мм). Стенки стержня должны быть прямолинейными, платики и бобышки — четкой конфигурации. Несформованные в стержневом ящике галтели выполняют вручную с применением шаблонов. В местах клежки дополнительных стержней (если такие имеются) устанавливают вески, прорезав каналы шириной 30—50 мм и длиной 50—70 мм. Отделанный стержень окрашивают и сушат</p>

Изготовление стержней из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС) и смесей на основе смол холодного твердения принципиально не отличается от вышеописанного способа изготовления, за исключением того, что стержень из стержневого ящика извлекают после его твердения.

В условиях массового и крупносерийного производства мелкие и средние стержни изготавливают на пескодувных и пескострельных машинах. Основным рабочим органом машин является резервуар. Рабочий резервуар пескодувной машины имеет плоское дно — вдувную плиту с отверстиями диаметром до 30 мм, через которые смесь из резервуара вдувается в стержневой ящик. Сжатый воздух из сети подается в рабочий резервуар сверху или в нижнюю его часть через сетчатую обечайку. Стержневая смесь должна иметь сырую прочность не выше 10 кПа. Смесь с более высокой сырой прочностью в резервуаре под вдувными отверстиями уплотняется, в результате чего прекращается ее подача в ящик. В резервуаре установлена мешалка для разрыхления стержневой смеси.

Пескострельный резервуар имеет коническое дно — пескострельную насадку. Сжатый воздух из сети в резервуар подводится через вертикальные и горизонтальные щели шириной 0,4—0,5 мм. Щели расположены в гильзе резервуара. Такая конструкция резервуара и рассредоточенный подвод сжатого воздуха позволяют применять стержневые смеси с сырой прочностью до 50—60 кПа.

Изготовление стержней на пескодувных и пескострельных машинах происходит следующим образом. Загружается рабочий резервуар стержневой смесью из бункера, находящегося над машиной. Одновременно с этим на рабочий стол машины устанавливается стержневой ящик. Для предотвращения зависания стержневой смеси в бункере при поступлении ее в рабочий резервуар включают пневматический вибратор, установленный на бункере. Затем перемещается резервуар на рабочую позицию под клапан дутья и поджигается стержневой ящик к соплу резервуара машины. После этого выполняются следующие операции; надув смеси в стержневой ящик путем включения механизма дутья; опускание стола со стержневым ящиком вниз; сьем верхней половины ящика со стержня; накладывание на верхнюю часть стержня плиты и поворот на 180° плиты вместе с ящиком; извлечение стержня посредством снятия нижней половины ящика; перемещение рабочего резервуара машины на позицию загрузки смеси.

В условиях серийного производства применяют способ изготовления оболочковых стержней из сухих термоактивных смесей. Простейшим способом изготовления оболочковых стержней при мелкосерийном производстве является метод ручной засыпки. Нагретый стержневой ящик покрывают разделительным покрытием и устанавливают на подставку из теплоизоляционного материала (например, асбестоцемент), а затем накрывают крышкой из того же материала. Технологические операции выполняют в такой последовательности: засыпают через знаковые отверстия в полость стержневого ящика песчано-смоляную смесь и выдерживают в течение 20—40 с в зависимости от температуры нагрева ящика и требуемой толщины стержня; при этом на внутренней стороне стержневого ящика образуется оболочка определенной толщины, после чего избыток неиспользованной смеси высыпают из ящика.

Существует также бункерный метод изготовления оболочковых стержней, когда нагретый стержневой ящик устанавливают и закрепляют на специальный бункер с находящейся в нем песчано-смоляной смесью. По периметру плоскости прилегания стержневого ящика к бункеру не должно быть щелей для предотвращения потерь смеси при переворачивании бункера.

При повороте бункера на 180° смесь высыпается в ящик и выдерживается в нем определенное время. При возвращении бункера с ящиком в первоначальное положение неиспользованная смесь высыпается в бункер. Снятый с бункера ящик помещают в печь для отверждения стержня, после чего ящик разбирают, извлекают стержень.

Эти способы изготовления оболочковых стержней не требуют сложного оборудования, но изготовить стержни можно только несложной конфигурации. При изготовлении оболочковых стержней наиболее совершенным является способ с обязательным применением плакированных смесей и нагреваемого стержневого ящика.

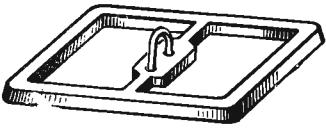
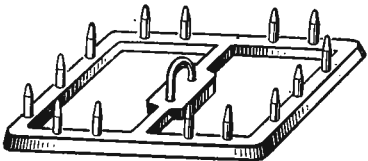
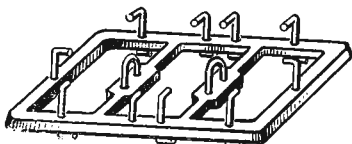
Стержни с последующей тепловой обработкой извлекают на драйер или стержневую плиту и отправляют в сушильную печь.

Стержни, изготавливаемые по нагреваемой оснастке, твердеют в нагретых стержневых ящиках. Полученный стержень имеет прочность, достаточную для его перемещения и установки в форму. Стержни из ящика извлекают с помощью толкателей. Нагрев стержневого ящика на машине до температуры 200—300° С может быть газовым или электрическим. Газовый нагрев имеет преимущества: быстрый и более равномерный нагрев стержневого ящика, относительно низкую стоимость природного газа, простоту конструкции и эксплуатационную надежность нагревательных устройств. Для очистки рабочей поверхности нагреваемого ящика и нанесения на нее разделительного состава большинство машин оборудованы форсунками, позволяющими выполнять эти операции автоматически.

§ 33. Конструкции стержневых каркасов

Чтобы придать стержням прочность и жесткость, при изготовлении в них закладывают стержневой каркас — специальное металлическое приспособление, выполненное из отожженной проволоки, или литое в виде рамки. В табл. 103 приведены основные типы и размеры каркасов и область их применения.

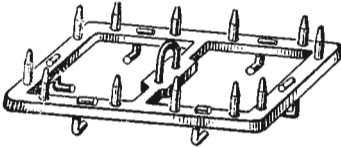
103. Стержневые каркасы

Графическое изображение	Применение
<p style="text-align: center;">Литой (простой)</p> 	<p>В простых плоских стержнях высотой до 200 мм</p>
<p style="text-align: center;">Литой с литыми торцами</p> 	<p>В простых стержнях высотой 200—500 мм</p>
<p style="text-align: center;">Литой с проволочными торцами</p> 	<p>В стержнях высотой до 300 мм со сложной формой</p>

Графическое изображение

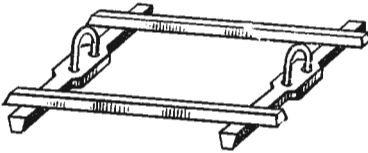
Применение

Литой с проволочными и литыми торцами



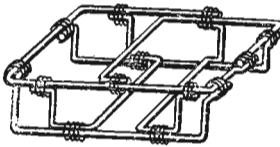
В сложных по форме стержнях высотой 200—500 мм, стержни имеют поднутрения; в них нельзя осадить каркас. Для армирования стержня требуется отогнуть каркасную проволоку

Литой (разборный)



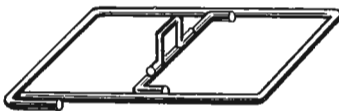
В стержнях простой формы, изготовленных из ЖСС или смеси на смолах холодного твердения

Проволочный



В тонкостенных стержнях сложной формы, если удаление каркаса из отливки затруднено, а также в небольших стержнях простой формы

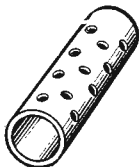
Сварной



В стержнях серийного и массового производства, если каркас легко вытаскивается из отливки и может быть многократно использован

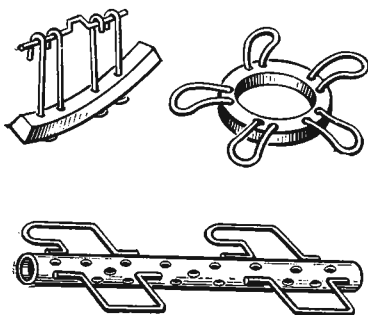
Графическое изображение	Применение
-------------------------	------------

Трубчатый



В круглых простых стержнях большой длины, а также в стержнях, изготавливаемых по шаблонам точением

Комбинированные



В особо сложных тонкостенных стержнях, если удаление каркаса из отливки затруднено

В круглых сложных стержнях большой длины, если прогиб каркаса недопустим, а также в стержнях, имеющих сложные отверстия, если армирование их можно выполнить только проволокой

Примечания: 1. Литые каркасы изготовляют из чугуна (СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18); проволочные каркасы — из низкоуглеродистой стальной (БСт1кп, БСт2кп) проволоки \varnothing 3—8 мм. 2. Сварной каркас изготовляют из стального прутка или уголка, трубчатый каркас — из труб стальных водопроводных.

§ 34. Стержневые машины

Для изготовления стержней машинным способом применяют деревянные, металлические и пластмассовые стержневые ящики. Машинный способ изготовления стержней имеет ряд преимуществ по сравнению с ручным способом: механизированы подача и уплотнение смеси, поворот и извлечение стержня из стержневого ящика, облегчается труд рабочих и повышается производительность, улучшается качество и увеличивается срок службы стержневых ящиков. В зависимости от способа изготовления стержней применяют встряхивающие, прессовые и вибропрессовые, пескодувные и пескострельные машины, а также машины для изготовления стержней по нагреваемой оснастке, оболочковые и мундштучные (табл. 104).

104. Стержневые машины

Машина	Наибольшая масса изготавливаемого стержня, кг	Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	Производительность, шт/ч	Примечание
Ручная встряхивающая с перекидным столом (передвижная на колесах) 283	15	400×300×200	≤ 10	Машина предназначена для изготовления стержней в условиях маломеханизированных участков. Уплотнение смеси — ручное несколькими ударами стола машины о станину, доуплотнение — трамбовкой, киянкой
Встряхивающая с поворотным столом СВПМ	50	800×250×300	До 25	Перемещается по полу на колесах. Применяют в условиях маломеханизированных цехов
Встряхивающая с перекидным столом и протяжным механизмом 284М	30	600×400×300	≤ 50	Уплотнение смеси ударом стола со стержневым ящиком о плиту или станину машины. Привод пневматический от сети сжатого воздуха давлением 500—600 кПа. Применяют в условиях мелкосерийного и серийного производства
Встряхивающая с поворотным столом 845	> 50	1000×800×300	≤ 15	Уплотнение смеси встряхиванием. Привод пневматический от сети сжатого воздуха, давление 500—600 кПа. На машине изготавливают простые стержни с большой высотой
Вибропрессовые ВП-1, ВПФ-51	≤ 8	450×400×180	≤ 150	Уплотнение смеси прессованием с вибрацией. На машинах изготавливают мелкие стержни простой формы в условиях серийного производства

Машина	Наибольшая масса изготавливаемого стержня, кг	Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	Производительность, шт/ч	Примечание
Пескодудная машина 285М	1	250×150×(20—200)	360	Уплотнение смеси за счет кинетической энергии струи сжатого воздуха со смесью и давления сжатого воздуха; на машинах изготавливают стержни любой сложности в условиях серийного и массового производства
Пескодудная машина С-216	10	550×300×325	200	
Пескодудная полуавтоматическая машина 2Б83	8	400×320×(230—400)	200	
Пескодудная полуавтоматическая машина с поворотнo-вытяжным механизмом 310	40	900×450×200	90	
Пескодудная полуавтоматическая установка 28А8 или 28А10	60, 160	900×700×400, 1100×900×500	160, 100	
Пескострельные полуавтоматические установки:				Уплотнение смеси за счет кинематической энергии частичек смеси и давления сжатого воздуха. На машинах изготавливают стержни любой сложности в условиях крупносерийного и массового производства
348	2,5	300×250×300	360	
28Б-1	1,0	250×150×180	360	
28Б-3	6,0	400×300×400	400	
28Б-5	16	630×500×445	200	
28Б-7	40	800×630×500	160	
28Б-9	100	1000×800×555	100	

Машина	Наибольшая масса изготавливаемого стержня, кг	Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	Производительность, шт/ч	Примечание
Автоматы для изготовления стержней в горячих ящиках: 4532Б 4701	1,0 5,0	200×110×40/40 300×200×75/75	240 200	Восьмипозиционные автоматы с использованием электрического нагрева стержневых ящиков с вертикальным разъемом. Автоматы применяют в условиях крупносерийного и массового производств. На автомате 4509А используют стержневые ящики с горизонтальным разъемом
Пескодупно-пескострельный полуавтомат 305	6	280×280×300	360	Пескодупно-пескострельный автомат применяют в условиях крупносерийного и массового производств
Машины для изготовления стержней в горячих ящиках: 4532Б 4554Б2 4509А 4509С 4705Б Челночная ЗИЛ	1,0 2,2 6,0 15,0 15,0 4,5	200×80×110 220×150×200 400×300×200 600×400×200 830×320×220 240×220×50/50	200 100 80 120 100 160	Нагрев стержневого ящика с вертикальным разъемом электрический. На машинах изготавливают стержни средней сложности в условиях крупносерийного и массового производств

Машина	Наибольшая масса изготавливаемого стержня, кг	Наибольшие размеры стержневого ящика, мм	Производительность, шт/ч	Примечание
Мундштучные машины: С-1	—		≤ 20 погонных м/ч	Вместо стержневого ящика используют сменную гильзу — мундштук. За счет возвратно-поступательного движения поршня из мундштука машины выдавливается непрерывный по длине стержень определенного сечения (круглого, квадратного, треугольного и др.). Сечение гильзы определяет сечение стержня. На машинах изготавливают стержни простого и постоянного сечения в условиях серийного производства
281	—	50	≤ 40 погонных м/ч	
Машины стержневые пескодувные для изготовления стержней, отверждаемых в оснастке:				
23223A2	6	630×400×400	120	
23225A2	15	800×630×450	100	
23225A1	15	800×630×450	100	
23227A2	35	1000×800×500	80	

Примечания: 1. Для изготовления стержней встряхиванием также используют формовочные машины 231, 232, 233, 234, 235 и др. 2. Для мундштучных машин С-1, 281 указан наибольший диаметр (или толщина) стержня в мм.

Г Л А В А VI
СБОРКА ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

§ 35. Технологические операции сборки

Сборку форм выполняют на сборочном плацу или на площадках литейного конвейера. Основные технологические операции сборки и последовательность их выполнения приведены в табл. 105.

105. Сборка форм

Операция	Содержание работ
Подготовка форм к сборке	Устанавливают нижнюю полуформу в строго горизонтальном положении на плац или конвейерную площадку, крупные формы — на постель из наполнительной смеси, на которой предварительно выполняют вентиляционные каналы в виде поперечных и продольных борозд с шагом не более 150—200 мм. Перед сборкой средних и крупных форм литниковые вертикально расположенные каналы для вентиляции закрывают паклей. По необходимости форму или отдельные места красят и подсушивают. Поверхность полуформ очищают
Подготовка стержней к сборке	Проверяют качество сушки стержней. При пережоге стержни отбраковывают, при остаточной влаге более 0,5% стержни направляют на повторную сушку. Все трещины, отверстия, не предназначенные для вентиляции стержней, тщательно заделывают. Поврежденные места исправляют стержневой смесью, закрашивают, прошпильвают и сушат. При исправлении поврежденных мест используют оправки, шаблоны и др. Стержень очищают от пыли, зачищают и промазывают натирками, формовочными замазками (если предусмотрено технологией) и вторично окрашивают и подсушивают. Соединение половинок стержней и сборку их в блоки выполняют по шаблонам
Установка стержня в нижнюю полуформу	Стержни очищают от пыли и прилипшей смеси и устанавливают в форму в порядке, предусмотренном технологией. С целью предотвратить проникновение расплава в газоотводящие каналы стержня их отсекают от рабочей полости полуформы асбестобитумным шнуром (или валиком из глины), который прокладывают по периметру знака и вокруг каналов, устанавливают в полуформу чистые, неокисленные жеребейки (см. рис. 26)
Установка (если необходимо) стержней в верхнюю полуформу	Мелкие стержни массой до 5 кг вклеивают в форму с креплением их шпильками или крючками (до или после сушки, подсушки). Средние и крупные стержни крепят с помощью мягкой проволоки или специальными болтами за вески к металлической планке, опирающейся на крестовину или борта опоки. Крепление выполняют на специальном стенде

Операция	Содержание работ
Заделка мест под вески	В массовом крупносерийном и серийном производстве места под вески закрывают нормализованными стержнями, а швы промазывают замазкой. При единичном и мелкосерийном производстве места под вески заделывают самотвердеющими смесями, красят и подсушивают после твердения смеси. Вески перед заделкой (если необходимо) подгибают
Очистка собранных полуформ от пыли, остатка смеси	После сборки пыль и остатки смеси с верхнего ряда стержней собирают пылесосом. Каналы литниковой системы освобождают от пакли и полуформы тщательно продувают
Соединение нижней и верхней полуформ	Для вновь собираемых форм и для всех крупных форм выполняют контрольное соединение полуформ. При этом проверяют толщину тела отливки, образуемого верхней полуформой и стержнем, по глиняным «мушкам»; «мушки», по размерам которых подбирают жеребейки (см. рис. 26), размещают на стержне в местах установки жеребеек; прокладывают асбестобитумный шнур или глину по разъему формы и знакам стержней, закрывают паклей полости у знаков стержня с целью предотвратить засорение формы; асбестобитумный шнур или глину накрывают бумагой; при расположении отливки в двух полуформах прокладывают валики из прокладочного шнура или глины для проверки перекоса. Затем выполняют контрольное соединение полуформ. При обнаружении дефектов соединения их устраняют, по необходимости дополнительно прокладывают асбестобитумный шнур (табл. 106) и выполняют окончательное соединение полуформ по штырям
Установка литниковых и выпорных чаш	Литниковые и выпорные чаши устанавливают на постель из наполнительной смеси толщиной 10—15 мм, не допуская попадания смеси в каналы формы
Крепление форм под заливку	Средние, крупные и часть мелких форм скрепляют скобами или болтами равномерно по диагонали. Мелкие формы нагружают грузами. Роль груза может выполнять масса опоки утяжеленной конструкции. Схема загрузки формы предусмотрена технологией

Примечание. Хранение собранной формы до заливки не должно превышать 7—8 ч — для сухих и химически твердеющих, 3 ч — для подсушенных, 1 ч — для сырых.

106. Способы предупреждения утечки металла из формы

Вид и размер формы в свету, мм	Способ	Характеристика
Сырая — $>500 \times 400$	Подрезка гладилкой	Глубина подрезки по периметру полости формы и литниковой системы 15—20 мм, расстояние подрезки от края полости формы 40—100 мм
Сухая, подсушенная, химически твердеющая — $\leq 2000 \times 1600$	Прокладка асбестобитумного или асбестового шнура	Шнур прокладывают по периметру полости формы литниковой системы и по стержневым знакам на расстоянии 40—60 мм от края полости формы
Сухая, подсушенная, химически твердеющая — $> 2000 \times 1600$	Прокладка асбестобитумного шнура и глиняного валика	Место прокладки то же, что и в предыдущем способе, но через 60—80 мм от асбестобитумного шнура в сторону края опоки дополнительно прокладывают глиняный валик

Примечание. Асбестобитумный шнур \varnothing 6 мм применяют при изготовлении средних отливок; \varnothing 10 мм — при изготовлении крупных и части средних отливок; \varnothing 15 мм — при изготовлении тяжелых и крупных отливок.

§ 36. Контроль сборки

Сборка литейных форм является заключительной операцией перед заливкой формы расплавом, поэтому особое значение имеет контроль всех элементов формы и материалов, используемых на сборочном участке. Контроль по чертежу литой детали с нанесенной на нем технологией, а также по технологическим инструкциям, действующим на предприятии, в условиях единичного, мелкосерийного производства выполняют рабочие-сборщики. Некачественно изготовленные формы, стержни, элементы литниковых систем (литниковые, выпорные чаши и др.) сборке не подлежат. Наряду с рабочим-сборщиком контроль проводят мастер участка и технолог.

При сборке устанавливают в форму стержни и соединяют нижнюю полуформу с верхней. Надежность установки стержней в форму обеспечивают креплением их жеребейками (рис. 26) и стыковкой с соседними стержнями, исключающими перемещение стержней под действием подъемной силы расплава. Контроль установки стержней в форму при единичном производстве отливок осуществляют в основном универсальным измерительным инструментом (метром, кронциркулем и др.). При мелкосерийном и серийном производстве отливок широко применяют различные шаблоны, предусмотренные литейной технологией (рис. 27, 28, 29).

Опиливание стержней для подгонки их при сборке форм допускается только в условиях единичного и мелкосерийного производства по разрешению мастера участка или технолога.

ГЛАВА VII ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ

§ 37. Основные свойства литейных сплавов

К основным литейным свойствам сплавов относят жидкотекучесть, усадку (см. табл. 107), ликвацию, склонность к образованию трещин и отбелу.

Жидкотекучесть — способность металла (или расплава) в расплавленном со-

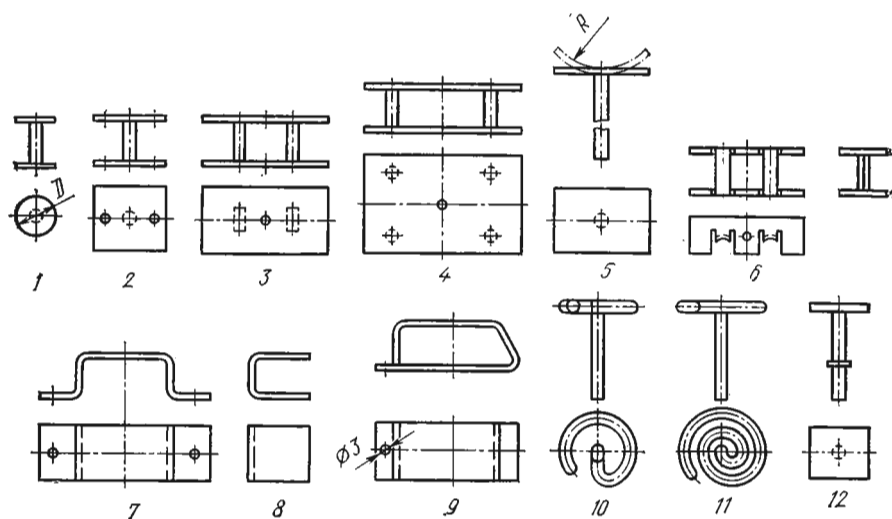


Рис. 26. Жерейки:

1—одностоечные с круглыми пластинками, 2—одностоечные с прямоугольными пластинками, 3—двухстоечные с прямоугольными пластинками, 4—четырёхстоечные с прямоугольными пластинками, 5—упорные с плоскими и радиальными пластинками, 6—цельноштампованные двухстоечные, 7—жерейки-мостики, 8—распорные, 9—коробчатые, 10—односпиральные проволочные, 11—двухспиральные проволочные, 12—пластинчатые

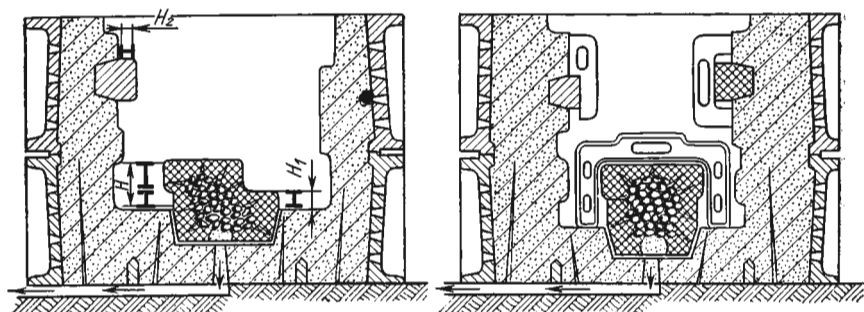


Рис. 27. Проверка правильности установки стержней по высоте от рабочей поверхности формы

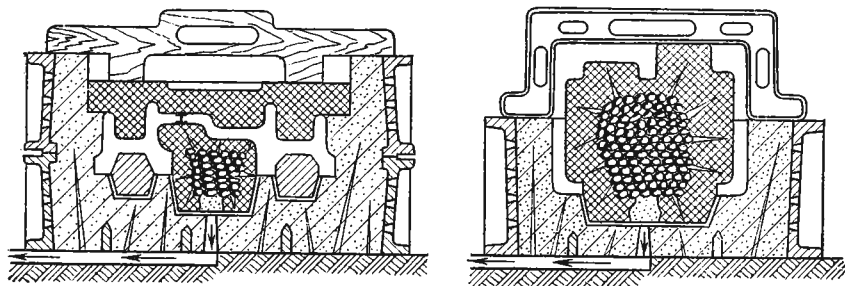


Рис. 28. Проверка правильности установки стержней по высоте относительно поверхности разъема

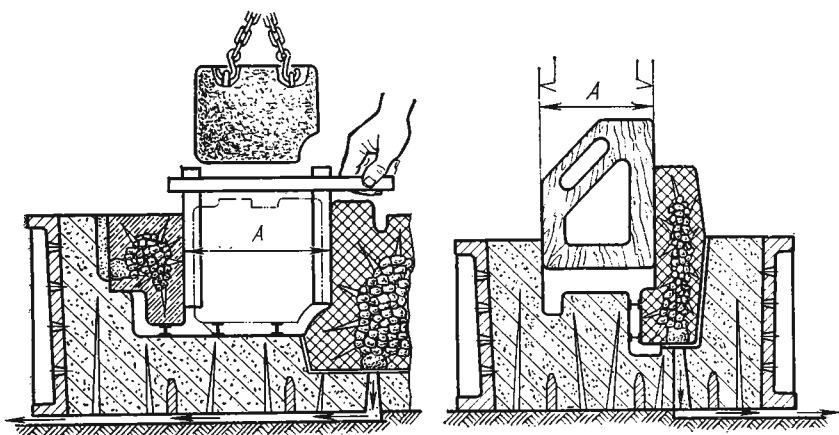


Рис. 29. Проверка правильности установки стержней по вертикальным плоскостям формы

стоянии заполнить литейную форму. Жидкотекучесть зависит от химического состава, температуры заливки и для различных металлов и сплавов неодинакова. Жидкотекучесть определяют по технологической пробе и оценивают по длине спирального (или прямолинейного) канала, заполненного расплавленным металлом в контрольной форме.

Усадку сплава определяют на специальных технологических пробах и оценивают по разности размеров (или объема) сплавов до затвердевания и после охлаждения.

Ликвация — неоднородность химического состава сплава в различных местах сечения отливки, возникшая при ее затвердевании. Ликвацию сплава определяют химическим способом или спектральным анализом.

Склонность к образованию трещин — свойство, проявляющееся в процессе затрудненной усадки при охлаждении отливки.

Отбел — склонность чугуна, связанная с выделением структурно свободных карбидов сверх необходимого для образования перлитной структуры. На величину отбела оказывают влияние главным образом скорость охлаждения сечения отливки и химический состав чугуна. Чем выше скорость охлаждения, тем больше склонность чугуна к образованию отбела. Химическими элементами, уменьшающими отбел, являются углерод, кремний, алюминий, титан, никель, медь, кобальт, фосфор; увеличивающими отбел — ванадий, марганец, молибден, хром, олово, вольфрам, сера, теллур, бор.

Для определения склонности чугуна к отбелу применяют разнообразные пробы. Примером таких проб, используемых для контроля плавки чугуна на Московском заводе «Станколит», служит прямоугольный брусок с размером $100 \times 50 \times 20$ мм (толщина пробы связана с преобладающей толщиной течения стенок в отливке), одна из сторон которого при заливке соприкасается с холодильником и затвердевает с образованием отбела. После выбивки залитой пробы из стержневой формы через 1,5—2,0 мин ее охлаждают в воде и разбивают по пережиму. Величину отбела измеряют линейкой от плоскости соприкосновения пробы с холодильником до середины переходной зоны.

§ 38. Шихтовые материалы

Шихтовыми материалами или *шихтой* называют металлические и неметаллические материалы, используемые для приготовления литейных сплавов. К металлическим относят доменные чугуны, лом черных и цветных металлов, возврат литейных и механических цехов (бракованные детали и отливки, литники, прибыли, брикетированная стружка и др.) и легирующие элементы (хром, никель, молибден, титан и др.), вводимые в шихту для получения отливок с заданными механическими свойствами.

К неметаллической части шихты относят флюсы, применяемые для образования и удаления из жидкого сплава легкоплавких шлаков, кокс.

Для приготовления расплава с требуемыми свойствами и, следовательно, для получения качественной отливки выполняют контроль шихтовых материалов на соответствие их требованиям стандартов и технических условий.

Для литейных алюминиевых сплавов в качестве шихты используют металлы (алюминий, бериллий, ванадий, кремний, кальций, титан, литий и др.), а также лигатуры. *Лигатуры* представляют собой сплав алюминия с легирующим элементом, вводимым в требуемом количестве.

В состав шихты магниевых сплавов кроме первичных металлов и сплавов в чушках, возврата и лигатуры вводят неметаллические легирующие добавки в виде солей (хлористого марганца, фторбериллата натрия, фторцирконата калия), флюсов, модификаторов (магнезит, мел, углекислый газ, гексахлорэтан). Флюсы при плавке магниевых сплавов предупреждают также окисление и возгорание твердой шихты.

При подготовке шихты для медных сплавов сыпучую и витую стружку после дробления подвергают центрифугированию для удаления влаги, эмульсии, масла. При центрифугировании стружку промывают раствором, содержащим 6% жидкого стекла, 4% фосфорнокислого калия, 0,5% хромовокислого калия, 1% едкого натра, 88,5% воды. Затем стружку просушивают при 200—300° С, удаляют из нее с помощью магнитного сепаратора мелкие железные включения и производят ее брикетирование.

Крупные шихтовые материалы (катоды, чушки, возврат и др.) разрезают или разбивают на более мелкие части. Используемые катодные листы тщательно очищают от остатков электролита.

Метод расчета шихты заключается в определении весовых соотношений различных ее компонентов, загружаемых в печь для получения сплава заданного химического состава. По заданному химическому составу определяется содержание основных компонентов в 100 кг (1000 кг) сплава, учитывается величина угара элементов при плавке. В табл. 108 показан угар химических элементов при выплавке чугуна.

107. Основные свойства литейных сплавов

Литейные сплавы	Плотность, г/см ³	Линейная усадка сплава, %	Температура		Предел прочност Н/мм ²		Твердость по Бринеллю НВ
				заливки в ли- тейные формы	при растяже- нии	при изгибе	
Серый чугун	7,1—7,3	0,9—1,3	1150—1260	1260—1400	98—441	274—637	143—289
Белый чугун	7,4—7,7	1,5—2,0	1150—1260	1240—1300	98—196	294—490	300—700
Ковкий чугун	7,2—7,4	1,4—1,7	1150—1350	1380—1450	294—784	588—980	100—320
Высокопрочный чугун	7,1—7,2	0,5—1,0	1150—1260	1280—1400	392—784	784—1372	140—369
Сталь литая углеродистая	7,8	2,0	1420—1520	1500—1600	392—588	—	149—169
Бронза	8,6	1,5	1000—1050	1100—1150	392—490	—	100
Латунь	8,6	1,5	900—1050	1000—1100	274—294	—	80
Алюминиевые сплавы	2,55—2,83	0,5—1,40	610—660	700—780	108—245	—	40—100
Магниеые сплавы	1,8—1,83	1,0—1,5	600—650	680—780	88—215	—	30—65

108. Угар химических элементов при выплавке чугуна (РТМ МТ 20-2-76)

Плавильный агрегат	Футеровка	Угар элементов, % от содержания в шихте									
		углерод	кремний	марганец	фосфор	сера	хром	никель	медь	молибден	титан
Вагранка холодного дутья	Кислая	8—(-8)	10—35	15—40	—	(-25)—(-100)	15—20	До 10	До 10	До 10	20—50
	Основная	10—(-15)	35—50	10—15	До 30	10—30	15—30	» 10	» 10	» 10	20—50
Вагранка горячего дутья	Кислая	10—(-8)	10—(-10)	10—30	—	(-10)—(-50)	10—15	» 5	» 5	» 5	30—60
	Основная	10—(-12)	20—25	10—20	До 10	20—50	10—20	» 5	» 5	» 5	30—60
Дуговая электропечь	Кислая	(-5)—(-10) 20—25 *	— 5—10 *	15—20 20—25 *	—	До 30 25—50 *	15—30	» 10	» 10	» 10	30—60
	Основная	(-3)—(-5) 25—30 *	5—10 40—55 *	10—15 25—30 *	До 20	20—50 40—60 *	15—30	» 10	» 10	» 10	30—60
Индукционная тигельная печь промышленной частоты	Кислая	5—15 10—15 *	3—(-5) — *	10—25 10—20 *		— 25—50 *		0	0		
	Основная	5—10 5—10 *	5—10 5—10 *	5—10 5—10 *		— 30—60		0	0		
Индукционная тигельная печь высокой частоты	Кислая	15—20 15—25 *	5—10 5—10 *	10—15 15—25 *		— 15—40 *		0	0		
	Основная	15—10 10—20 *	10—15 5—15	8—12 10—20 *	—	— 20—45 *		0	0		

Примечания: 1. Цифры, указанные в скобках, например (-5), означают пригар элементов. 2. Угар фосфора при вводе в шихту феррофосфора составляет при кислой футеровке 10—15%. 3. Знаком «*» показан угар химических элементов из вводных добавок.

Шихту рассчитывают по формуле

$$K_{ш} = \frac{K_c}{100 - y} 100,$$

где $K_{ш}$ — расчетное содержание компонентов в шихте, %, K_c — заданное содержание компонентов в жидком сплаве, y — угар компонента при плавке, % (по данным предприятия в зависимости от применяемых способов плавки).

В заводских условиях расчет ваграночной шихты часто производят методом подбора. Например, требуется получить чугуны следующего химического состава: 3,1% С; 2,36% Si; 0,85% Mn; 0,16% P и 0,10% S. Из опыта работы данного литейного цеха угар и пригар элементов составляет: +10% для С; —12% для Si; —20% для Mn. Тогда с учетом угара и пригара в шихте соответственно должно быть 2,8% С; 2,7% Si; 1,06% Mn; 0,16% P; 0,07% S. Для получения расчетного среднего состава шихты путем подбора составляют табл. 109.

В табл. 110 даны ориентировочные составы шихты для выплавки серого чугуна.

Цифры в графах 4, 6, 8, 10 и 12 получают умножением процентного содержания данного элемента в каждом из компонентов шихты (графы 3, 5, 7, 9 и 11) на количественное содержание этого компонента в шихте (графа 4) и делением этого произведения на 100. После суммирования величин для каждого элемента подсчитывают ожидаемый угар или пригар. Недостающие элементы (кремний и марганец) восполняют введением соответствующих ферросплавов.

Флюсы входят в состав шихты и применяют для получения шлака требуемого состава, вязкости и жидкотекучести. Для плавки черных металлов используют известняк металлургический, известь, плавиковый шпат, шамотный бой, боксит, шлак основной маргеновский и апатито-нефелиновую руду.

Известняк металлургический должен содержать окиси кальция 59—54%, кремнезема — не более 1%, окислов магния, железа, алюминия — не более 0,9%, фосфора — не более 0,01% и серы — не более 0,14%; применяют в виде кусков величиной от 25 до 200 мм в поперечнике.

Известь имеет следующий состав: окись кальция 88—93%, окись магния 2%, кремнезема не более 2%, окись железа+окись алюминия не более 3%, серы не более 0,2%, применяют только свежееобожженную и в кусках.

Плавиковый шпат содержит: фтористого кальция 75—92%, применяют для разжижения густых известковых шлаков в количестве около 1% от массы шлака.

Шамотный бой состоит из 60% кремнезема и 30—35% окиси алюминия.

Боксит содержит 44—47% алюминия, 5—15% кремнезема, 7—20% окиси железа, 1—7% окиси кальция.

Шлак основной маргеновский содержит кремнезема не более 25%, окиси кальция+окиси магния не менее 40%, окиси железа+окиси марганца — не менее 20%, окиси фосфора — не более 2%, сернистого кальция — не более 4%. В шлаке не допускается кристаллический или стекловидный излом, красная или зеленая окраска. Шлак в изломе должен быть серым, камневидным; употребляют при плавке чугуна в дробленом виде.

Апатито-нефелиновая руда представляет собой минерал, имеющий химический состав $3Ca_3PO_4 \cdot 2CaF_2$ с содержанием фосфора 25—30%.

§ 39. Чугуны

Чугунами называют сплав железа с углеродом, содержание которого превышает 2%, с небольшим количеством примесей и легирующих элементов. Для изготовления отливок применяют серый высокопрочный, белый и ковкий чугуны. Различают также чугуны, имеющие специальные свойства (антифрикционные, жаропрочные, немагнитные, кислотоупорные и др.).

Серый чугун (ГОСТ 1412—79, см. табл. 110). Для улучшения механических свойств серого чугуна с пластинчатым графитом применяют модифицирование и легирование. При *модифицировании* в расплав серого чугуна на желобе вагранки или в ковше вводят ферросилиций или силикокальций, а также комплексные мо-

109. Примерный расчет шихты методом подбора

Компоненты шихты	Масса компонента шихты, кг	Содержание элементов										
		C		Si		Mn		P		S		
		% в исходном компоненте	Всего в кг	% в исходном компоненте	Всего в кг	% в исходном компоненте	Всего в кг	% в исходном компоненте	Всего в кг	% в исходном компоненте	Всего в кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Чугун литейный коксовый категории II:												
ЛК 00	15	3,6	0,54	4,0	0,60	1,0	0,15	0,15	0,022	0,03	0,005	
ЛК 0	15	3,6	0,54	3,5	0,52	0,8	0,12	0,20	0,030	0,03	0,005	
ЛК 1	15	3,6	0,54	3,0	0,45	0,8	0,12	0,20	0,030	0,03	0,005	
Возврат собственного производства	36	3,2	1,12	2,36	0,83	0,85	0,30	0,18	0,064	0,13	0,050	
Стальной лом	15	0,3	0,05	0,3	0,05	0,5	0,07	0,04	0,006	0,03	0,001	
Ферросилиций доменный ФС2	2	3,5	0,07	12,0	0,24	1,0	0,02	0,15	0,003	0,04	0,001	
Зеркальный чугуи ЗЧ 3	2	4,0	0,08	2,0	0,004	14,0	0,28	0,18	0,004	0,03	0,001	
Всего в шихте, %	100	—	2,94	—	2,71	—	1,06	—	0,16	—	0,07	
Угар и пригар, %	—	+10	0,29	—12	0,35	—20	0,21	—	—	+50	0,035	
Состав жидкого металла, %	—	—	3,23	—	2,36	—	0,85	—	0,16	—	0,105	

110. Ориентировочные (средние) составы шихты для выплавки серого чугуна (РТМ МТ 20-2—76)

Марка чугуна	Плавильный агрегат	Средний состав шихты, % по массе							Примечание
		доменный чугун		лом со стороны		стружка		Возврат собственный	
		литейный	передельный	чугунный	стальной	чугунная	стальная		
От СЧ 10 до СЧ 18	Вагранка холодного дутья	30—50	до 5	10—30	0—10			20—30	В случае использования вагранок в дуплексе с электропечами содержание передельных чугунов в шихте можно увеличить до 20%
СЧ 20	То же	25—40	до 5	10—25	10—20			15—30	
СЧ 25 СЧ 30		25—35	до 5	10—20	15—35			10—25	
От СЧ 10 до СЧ 18	Вагранка горячего дутья	20—40	5—10	10—20	4—10			20—40	
СЧ 20	То же	20—30	5—10	10—25	10—20			10—25	
От СЧ 25 до СЧ 35		15—25	—	5—25	20—60			5—20	

Марка чугуна	Плавильный агрегат	Средний состав шихты, % по массе							Примечание
		доменный чугун		лом со стороны		стружка		Возврат собственный	
		литейный	передельный	чугунный	стальной	чугунная	стальная		
От СЧ 10 до СЧ 20	Электрическая печь (дуговая, индукционная, тигельная)	—	10—25	25—35	20—40**	5—10***	до 5***	25—35	Карбюризаторы и ферросплавы по расчету сверх 100%
СЧ 25 СЧ 30	То же	—	10—25	15—30	30—55**	5—10***	до 5***	20—30	
От СЧ 35 до СЧ 45		—	—	95—100**	—	—	до 5***	—	

* Литейные чугуны по маркам применять в шихте в соотношении, %: ЛК 1—15; ЛК 2—25; ЛК 3—30; ЛК 4—20; ЛК 5—10.

** В том числе отходы углеродистой стали и отходы трансформаторной идидамной стали.

*** Стружка россыпью известного химсостава.

дификаторы (кремний, алюминий, цирконий и др.). Модификаторы измельчают структурные составляющие чугуна и, следовательно, обеспечивают более равномерное распределение графитовых включений (табл. 111, 112) и эвтектических зерен.

Оптимальное время выдержки модифицированного чугуна в ковше при массе жидкого расплава в нем до 0,5 т 3—5 мин; 0,5—2 т — 5—8 мин; 2—10 т — 5—10 мин.

111. Технологические варианты получения модифицированного серого чугуна

Технологические варианты	Добавка стального скрапа в шихту при плавке, %		Температура чугуна при выпуске из вагранки (не ниже), °С	Модифицированные		Температура чугуна при заливке, °С
	в вагранке с копильником, высота горна 100 мм	в вагранке без копильника, высота горна 450 мм		Добавка	Количество добавки в % массы жидкого металла	
М-1	60—70	—	1450—1460	FeSi75%	1,3—1,6	1340—1370
М-2	45—55	60—70	1440—1450	FeSi75%	0,6—1,0	1330—1360
М-3	35—40	45—55	1420—1430	FeSi75%	0,4—0,6	1320—1350
М-4	20—25	30—35	1410—1420	FeSi75%	0,3—0,5	1310—1340
М-5	15	20	1400	FeSi75%	0,1—0,3	1300—1330

Продолжение табл. 111

Технологические варианты	Химический состав, %						Средняя величина приведенного углеродного эквивалента $C+0,3Si$
	C	Si до модифицирования	Si после модифицирования	Mn	P	S	
М-1	2,8—3,0	0,6—0,7	1,2—1,5	1,4—1,6	До 0,3	До 0,12	3,30
М-2	2,9—3,1	0,9—1,0	1,3—1,5	1,2—1,4	» 0,3	» 0,12	3,45
М-3	3,0—3,2	1,1—1,2	1,4—1,6	1,0—1,2	» 0,3	» 0,12	3,55
М-4	3,1—3,3	1,3—1,4	1,5—1,7	0,8—1,0	» 0,3	» 0,12	3,70
М-5	3,2—3,4	1,4—1,5	1,5—1,7	0,8—1,0	» 0,3	» 0,12	3,80

Примечание. При модифицировании в среднем на 10—15% повышаются прочностные свойства чугуна за счет улучшения структуры.

112. Возможные отклонения технологического процесса модифицирования чугуна и способы их предупреждения и устранения (РТМ МТ 20-2—76)

Отклонения технологического процесса	Причина отклонения	Способы предупреждения отклонений	Способы устранения отклонений
Холодный металл в плавильном агрегате Высокое содержание графитизирующих элементов $CuSi$ Повышенный угар элементов для модифицирования Холодный металл в разливочном ковше	Неправильный режим процесса плавки Неправильный расчет шихты Использование мелких фракций модификатора Длительная выдержка в ковше	Автоматизация контроля процесса плавки Контроль содержания C и Si не реже одного раза в час Контроль за гранулометрическим составом модификатора Анализ потери времени перед заливкой жидкого расплава в формы и устранения их причин	Повысить расход кокса или электроэнергии Добавить стальной лом в шихту или в жидкий чугун Использовать более крупные фракции модификатора Слить остывший металл в изложницы или в плавильный агрегат

Легирование — введение в состав чугуна хрома, никеля, молибдена, титана и других легирующих элементов, улучшающих эксплуатационные и технологические свойства сплава (прочность, твердость, пластичность, износостойкость и др.). Различают низколегированный чугун с содержанием легирующих элементов до 2,5%; среднелегированный — от 2,5 до 10%; высоколегированный — свыше 10%. Температура плавления серого чугуна 1150—1200° С.

В качестве легирующих элементов при внепечной обработке следует применять, указанные в табл. 113.

113. Материалы, применяемые для легирования чугуна (РТМ МТ 20-2—76)

Материал	Марка материала	Химический состав добавок, %				Основной элемент, не менее
		углерод	кремний	фосфор	сера	
		не более				
Ферромарганец (ГОСТ 4755—80)	ФМн75	7,0	2,0	0,45	0,03	75,0 Мп
	ФМн78	7,0		0,35		78,0 Мп
Ферромарганец доменный (ГОСТ 4755—80)	Мн5	6,0—7,0	2,0	0,35	0,03	75,1 Мп
	Мн6	5,0—6,5	2,0	0,45		70,0÷75,0 Мп
Феррохром (ГОСТ 4757—79)	ФХ800	8,0	2,0	0,66	0,06	65,0 Сг
Ферромolibден (ГОСТ 4759—79)	ФМ1	0,05	0,8	0,05	0,10	58,0 Мо
	ФМ2	0,10	1,5	0,10	0,15	55,0 Мо
	ФМ3	0,20	2,0	0,20	0,20	55,0 Мо
Ферробор (ГОСТ 14849—79)	ФБ1	0,20	3,0	0,03	0,02	17 В
	ФБ2	—	7,0—15,0	—	—	8 В
	ФБ3	—	12,0	—	—	6 В
Феррованадий (ГОСТ 4750—79)	ВД1	0,75	2,0	0,10	0,10	35 V
	ВД2	0,75	3,0	0,20	0,10	35 V
	ВД3	1,0	3,5	0,25	0,15	35 V
Ферротитан (ГОСТ 4761—80)	Тн0	0,10	—	0,04	0,03	28,0—85,0 Ti
	Тн1	0,15	—	0,04	0,04	28,0—35,0 Ti
	Тн2	0,20	—	0,07	0,07	25,0—35,0 Ti
	Тн3	0,3	0,5	0,04	0,08	72,0 W
Ферровольфрам (ГОСТ 17293—71)	В1	0,5	0,8	0,06	0,10	71,0 W
	В2	0,7	1,2	0,10	0,15	65,0 W
	В3	0,2	26,0—32,0	0,05	0,03	60 Мп
	В4	0,2	26,0—32,0	0,05	0,03	60 Мп
Силикомарганец (ГОСТ 4756—77)	СМн26	1,0	20,0—25,9	0,1—0,25	0,03	65 Мп
	СМн17	1,7	17,0—19,9	0,1—0,35	0,03	65 Мп
	СМн14	2,5	14,0—16,9	0,2—0,35	0,03	65 Мп
	СМн11	2,5	14,0—16,9	0,2—0,35	0,03	65 Мп
Феррофосфор доменный (ЧМТУ5-29—70)	ФД	—	—	14,0—20,0	—	—
Никель (ГОСТ 849—70)	Н3	0,1	—	—	0,03	98,6 (Ni + Co)
	Н4	0,15	—	—	0,04	97,6 (Ni + Co)
Медь (ГОСТ 859—78)	М3	—	—	—	0,01	99,5 Cu
	М4	—	—	—	0,02	99,0 Cu
Сурьма (ГОСТ 1089—73)	Су1Э	—	—	—	0,10	99,4 Sb
	Су2	—	—	—	0,10	89,8 Sb

Примечания: 1. Добавки вводят в ковш в нагретом не ниже 120° С состоянии. 2. При выплавке специальных марок следует легировать жидкими добавками. 3. При больших количествах легированного чугуна добавку легирующих элементов производить в печи при выплавке.

Высокопрочный чугун (ГОСТ 7293—79). Особенностью высокопрочного чугуна является шаровидная форма включений графита, относительно равномерно распределенного в структуре. Такие образования графита в наименьшей степени ослабляют сечение отливки, придавая ей высокую прочность. Шаровидную форму графит приобретает в результате обработки расплава чугуна такими модификаторами, как магний первичный в чушках всех марок (ГОСТ 804—72), сплавы магниевые в чушках марок ММ2, ММ2ч (ГОСТ 2581—78), криолит искусственный технический (ГОСТ 10561—80), комплексные модификаторы и др.

Повышенные механические свойства чугуна (табл. 114) с шаровидным графитом позволяют использовать его для изготовления изделий ответственного назначения: детали роллангов, станины шестеренчатых клеток рабочих деталей насосов высокого давления, деталей турбин, работающих в условиях ударных и знакопеременных нагрузок, клапанов, шатунов, прокатных валков, отливок, работающих с поверхностью повышенной прочности и эксплуатируемых при $t \leq 500^\circ \text{C}$, и др. Температура плавления высокопрочного чугуна 1150—1200° С.

Обработку чугуна магнием производят в камерах-автоклавах, технические характеристики которых приведены в табл. 115. Модифицирование чугуна магнием производят в ковше, установленном в камере-автоклаве при создании давления сжатого воздуха и перемешивании специальной мешалкой (табл. 116, 117).

114. Ориентировочные (средние) составы шихты для выплавки высокопрочного чугуна с шаровидным габаритом (РТМ МТ 20-2—76)

Марка чугуна	Плавильный агрегат	Средний состав шихты, %								Примечание
		доменный чугун		лом со стороны		стружка		возврат собственный		
		литейный	переделанный	чугунный	стальной	чугунная	стальная			
От ВЧ 45-5 до ВЧ 50-2	Вагранка холодного дутья	20—60	10—50	20—30	5—10	0	0	30—35	<p>При выплавке чугуна ферритного класса расход чушковый чугунов 60%. Единичное производство толстостенных отливок преимущественно при массовом производстве отливок из чугуна перлитного класса</p> <p>Поточно-массовое производство отливок из чугуна перлитного и ферритного классов</p> <p>При выплавке чугуна ферритного класса использовать рафинированные чугуны</p> <p>То же</p> <p>При выплавке чугуна ферритного класса применять отходы электротехнической стали, листовую сталь, выплавленную в конверторе</p>	
От ВЧ 45-5 до ВЧ 60-2	Вагранка кислая холодного дутья	20—50	10—50	20—30	5—10	5—10	0	0		
От ВЧ 38-17 до ВЧ 70-2	Вагранка основная горячего дутья	20—30	10—20	20—30	До 15	5—10	До 5	30—35		
ВЧ 70-2 ВЧ 80-2	Дуговая электропечь кислая	10—50	10—50	До 50	5—10 *	До 15	0	До 70		
Все марки	Дуговая электропечь основная	10—40	10—40	До 50	5—10 *	До 15	До 5	До 70		
То же	Индукционная тигельная электропечь	0—15	0—15	До 50	До 60 *	До 50	До 5	До 70		

* Количество примесей (титан, алюминий, свинец, сурьма, мышьяк, висмут, олово и др.) в шихтовых материалах должно быть минимальным, содержание элементов — перлитизаторов структуры (марганца, молибдена, меди, никеля и др.) в шихте для выплавки чугуна ферритного класса должно быть минимальным.

115. Техническая характеристика камер-автоклавов

Параметры	Модель			
	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Масса металла в ковше, т	0,63	2,5	5,0	12,5
Производительность, ковшей/ч	8	4	2	2
Внутренние размеры камеры, мм	∅ 1000×800	∅ 1600× ×2190	∅ 2450× ×1950	∅ 2700× ×3200
Привод	Электрогидравлический			

116. Длительность перемешивания чугунов в зависимости от его массы и количества вводимого магния (РТМ МТ 20-2—76)

Количество вводимого магния, % от массы чугуна	Длительность перемешивания, с, при массе чугуна в ковше, т								
	0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	8,0
0,10	15	20	20	35	40	45	50	55	60
0,15	25	30	40	50	60	65	70	75	80
0,20	35	45	55	75	85	90	95	105	120
0,25	45	60	75	100	115	125	135	145	165
0,30	60	80	95	135	155	165	175	190	220
0,35	75	100	115	170	185	210	220	235	265
0,40	95	125	140	215	225	255	265	280	305

Примечания: 1. В процессе модифицирования температура жидкого чугуна понижается на 30—80° С в зависимости от емкости ковша и количества вводимого магния. 2. Разливка чугуна после модифицирования не должна превышать 10—15 мин.

117. Возможные отклонения технологического процесса модифицирования чугуна магнием, способы их предупреждения и устранения (РМТ МТ 20-2—76)

Отклонения	Причина	Способы предупреждения	Способы устранения
Получение графита неправильной формы	Недостаточное количество введенного магния Повышенное содержание серы Пониженное давление при модификации	Контроль правильности навески магния Использование в шихте низкосернистого кокса и некачественных шихтовых материалов Выбор оптимального давления	Повторение операции обработки чугуна магнием Проведение десульфурации жидкого чугуна Увеличение давления

Отклонения	Причина	Способы предупреждения	Способы устранения
	Недостаточное время модифицирования	Назначение продолжительности модифицирования	Увеличение времени модифицирования
Черные пятна и плены	Повышенное содержание магния Низкая температура заливки Высокое содержание серы в исходном чугуна	Контроль правильности навески магния Заливка чугуна при температуре, соответствующей технологическому процессу Использование шихтовых материалов с ограниченным содержанием серы	Обработка чугуна криолитом. Уменьшение содержания магния Проведение заливки под флюсом Проведение десульфурации жидкого чугуна

Белый чугун. Белый чугун хорошо противостоит истиранию, обладает высокой твердостью, но практически не поддается механической обработке. Эти свойства чугуна используют в литых деталях, изготовляемых без предварительной механической обработки (катки для мощения дорог, лопасти дробебетных аппаратов). Температура плавления белого чугуна 1180—1220° С. В табл. 118 приведены ориентировочные составы для выплавки белого чугуна.

118. Ориентировочные составы шихты для выплавки белого (ковкого) чугуна (РТМ МТ 20-2—76)

Шихта	Средний состав шихты, % по массе				Возврат собственный чугуновый (в том числе стружка)
	доменный чугун		лом		
	пердельный	чугунный	чугунный	стальной (в том числе стружка)	
I	10—15	10—15	5—15	25—40 (6—10)	35—50 (5—10)
II	—	20—25	0—10	25—40 (6—10)	40—50 (4—8)
III	—	10—20	—	40—50 (0)	40—50 (до 5)

Примечание. Содержание хрома в шихте (для нормального проведения процесса графитизации отливок при отжиге) не должно превышать 0,06—0,07%.

Ковкий чугун (табл. 119). Ковкий чугун получают графитизирующим отжигом белого чугуна в такой последовательности: изготовляют отливку из белого чугуна в несчано-глинистых формах, после выбивки и очистки отливку подвергают длительному отжигу (или томлению) в печах. Температура плавления ковкого чугуна 1180—1220° С.

119. Ковкие чугуны (ГОСТ 1215—79)

Чугун	Временное сопротивление разрыву, МПа, не менее	Относительное удлинение, %, не менее	Твердость НВ	Назначение
Ферритный ковкий чугун				
КЧ 30-6	294	6	100—163	Детали (хомутики, клапаны, муфты, фланцы, фитинги и др.), работающие при относительно низких статических и динамических нагрузках
КЧ 33-8	323	8	100—163	
КЧ 37-12	362	12	110—163	Детали (башмаки, подкладки, корпуса подшипников, изоляторы, держатели, собачки, скобы и др.), работающие при средних динамических и статических нагрузках
КЧ 35-10	333	10	100—163	
Детали (картеры редукторов, ступицы, задние мосты, пальцы уборочных машин и др.), работающие при высоких динамических и статических нагрузках. По технологическим требованиям материал отливки должен обладать достаточной прочностью и вязкостью				

Перлитный ковкий чугун

КЧ 45-7	441	7	150—207	Детали (буксы, тормозные колодки, храповики, вилки карданных валов, звенья приводных цепей и др.), работающие при высоких динамических и статических нагрузках или в условиях повышенного износа. Материал отливки должен обладать высокой прочностью, износостойкостью и вязкостью
КЧ 50-5	490	5	170—230	
КЧ 55-4	539	4	182—241	
КЧ 60-3	588	3	200—269	
КЧ 65-3	637	3	212—269	
КЧ 70-2	686	2	241—285	
КЧ 80-1,5	784	1,5	270—320	

Влияние основных элементов на структуру и свойства чугуна. Формирование структуры чугуна происходит при затвердевании отливки. Основными факторами, влияющими на структурообразование чугуна, являются его химический состав (табл. 120) и скорость охлаждения отливки в форме.

120. Влияние химических элементов на свойства чугуна

Серый чугун	Высокопрочный чугун	Ковкий чугун
У г л е р о д		
<p>Повышенное содержание углерода приводит к уменьшению прочности, твердости и к увеличению пластичности, углерод улучшает литейные свойства чугуна</p>	<p>Увеличенное содержание углерода улучшает литейные свойства чугуна</p>	<p>Углерод — основной регулятор механических свойств ковкого чугуна; чугун обладает низкой жидкотекучестью и требует высокого перегрева</p>
К р е м н и й		
<p>Кремний с учетом содержания углерода способствует выделению графита и снижает твердость, а также уменьшает усадку; повышенное содержание кремния снижает пластичность и не сколько увеличивает твердость</p>	<p>С повышением содержания кремния возрастает предел прочности при растяжении, при дальнейшем увеличении содержания уменьшаются предел прочности при растяжении и относительное удлинение</p>	<p>Для ферритного ковкого чугуна суммарное содержание кремния и углерода должно быть 3,7—4,1%. Содержание кремния зависит от количества углерода и толщины стенки. При содержании кремния до 1,5% механические свойства сплава повышаются</p>
М а р г а н е ц		
<p>Марганец тормозит выделение графита, способствует размельчению перлита и отбеливанию чугуна; взаимодействуя с серой, нейтрализует ее вредное действие. Механические свойства чугуна повышаются при содержании марганца до 0,7—1,3%, а при дальнейшем увеличении снижаются. Марганец увеличивает усадку сплава</p>	<p>С повышением содержания марганца уменьшается доля феррита и увеличивается количество перлита; при этом повышается предел прочности при растяжении и уменьшается относительное удлинение. Для повышения износостойкости содержание марганца увеличивают до 1,0—1,3%</p>	<p>Марганец увеличивает количество связанного углерода, повышает прочность феррита. При повышении содержания марганца до 0,8—1,4% увеличивается количество перлита, прочность сплава повышается, но резко падают пластичность и ударная вязкость. В ферритном чугуне содержание марганца не должно превышать 0,6%, в перлитном — 1,0%</p>
М а г н и й		
—	<p>Для образования графита шаровидной формы содержание магния должно быть не ниже 0,03%, а цезия — не ниже 0,02% (остаточное содержание). При более низком содержании часть графита содержится в виде пластинок, что снижает механические свойства сплава.</p>	—

Серый чугун	Высокопрочный чугун	Ковкий чугун
<p>Сера снижает прочность и пластичность, но несколько повышает износостойкость сплава; считается вредной примесью; придает чугуну красноточность (образование трещин при высоких температурах), препятствует выделению графита</p>	<p>При повышенном содержании магния (и церия) в структуре сплава образуется цементит и, следовательно, снижаются механические свойства. Оптимальное содержание остаточного магния — 0,04—0,08%</p> <p style="text-align: center;">С е р а</p> <p>Чем выше содержание серы в исходном чугуне, тем труднее получить полностью шаровидную форму графита и, следовательно, высокие механические свойства</p>	<p>Содержание серы в ферритном ковком чугуне, модифицированном алюминием, может быть повышено до 0,2%; при этом механические свойства возрастают за счет улучшения формы графита. Определяющее влияние на механические свойства чугуна оказывает отношение содержания марганца и серы, которое должно быть в пределах 0,8—3,0%</p>
<p>Фосфор на процесс графитизации углерода влияет слабо, но повышает жидкотекучесть сплава; придает чугуну хладноломкость, т. е. хрупкость</p>	<p style="text-align: center;">Ф о с ф о р</p> <p>Фосфор оказывает существенное влияние на структуру и механические свойства. Чтобы получить чугун с высокой пластичностью, содержание фосфора не должно превышать 0,08%. Для получения чугуна с невысокой пластичностью содержание фосфора увеличивают до 0,12—0,15%</p>	<p>Фосфор оказывает такое же, как и для серого чугуна, влияние на структуру и механические свойства сплава</p>
<p>Никель — легирующий элемент; благоприятно влияет на выравнивание механических свойств в отливках с различной толщиной стенок; повышает твердость на 10 НВ. С увеличением содержания никеля возрастает коррозионная стойкость и улучшается обрабатываемость сплава</p>	<p style="text-align: center;">Н и к е л ь</p> <p>Никель влияет на тепло- и электропроводность, а также на электросопротивление, коррозионную стойкость и жаростойкость сплава. С увеличением содержания никеля эти свойства повышаются</p>	<p>Никель способствует графитизации углерода и увеличивает количество перлита в металлической основе сплава</p>

Серый чугун	Высокопрочный чугун	Ковкий чугун
-------------	---------------------	--------------

Хром

Хром — карбидообразующий элемент. С увеличением хрома растут прочность и твердость отливок, замедляется процесс графитизации углерода

С увеличением содержания хрома в определенных пределах повышаются жаростойкость, коррозионная стойкость и износостойкость сплава

Хром замедляет процесс графитизации углерода. Содержание хрома в сплаве не превышает 0,06—0,08%; повышение содержания до 0,1—0,12% приводит к образованию в структуре сплава стойких карбидов

Молибден

Молибден — легирующий элемент; замедляет процесс графитизации углерода и способствует карбидообразованию. С увеличением содержания молибдена повышается твердость без ухудшения обрабатываемости и возрастает сопротивление износу

—

Молибден способствует измельчению перлита и графитовых включений, увеличивает предел прочности на 30—70 кПа при содержании молибдена 0,5%; замедляет процесс графитизации углерода

Медь

Медь способствует графитизации углерода, увеличивает жидкотекучесть, повышает прочность и твердость сплава

При содержании в сплаве 1% меди прочность при растяжении повышается до 40%, а текучесть до 50% и соответственно при 2% меди — до 65% и 7%. Содержание меди более 2% препятствует образованию в структуре сплава шаровидного графита

Медь способствует графитизации углерода и увеличивает содержание в сплаве перлита

§ 40. Сталь

Сталь, используемая для получения фасонных отливок, представляет собой сплав железа с углеродом (0,12—1,3%), марганцем, кремнием, фосфором, серой и с другими элементами. Содержание химических элементов в стали доходит от сотых долей до нескольких процентов и даже десятков процентов (легированная сталь).

Стальные отливки обладают более высокими механическими свойствами, чем чугуны, и используются для производства ответственных деталей машин. Увеличение содержания углерода повышает механическую прочность стали, но снижает ее вязкость. Усадка стали в среднем равна 2%.

Для повышения прочности и снятия внутренних напряжений стальные отливки после выливки и очистки подвергаются нормализации при температуре 800—900° С. В табл. 121 приведены способы плавки стали.

121. Способы плавки стали для производства отливок

Способ плавки	Основной исходный материал	Основной источник		Отливки	Вып.
			кислорода		
Кислый конвертерный на воздушном дутье (малое бессемерование)	Бессемеровский чугу́н	Физическая теплота расплавленного чугуна. Окисление углерода и кремния	Воздух	Средней ответственности, преимущественно мелкие и средние. Возможно получение отливок массой до 2 т (иногда более)	Мало- и среднеуглеродистые
Кислый конвертерный на кислородном дутье	Бессемеровский чугу́н и стальной лом	То же	Технический кислород	Тонкостенные ответственного назначения, мелкие и средние. Возможно получение отливок массой в несколько тонн	Мало- и среднеуглеродистые, некоторые легированные
Мартеновский основной	Передельный чугу́н и стальной лом в любых соотношениях	Горение газообразного или жидкого топлива	Продукты горения, железная руда, технический кислород	Средние и крупные	Углеродистые и легированные
Мартеновский кислый	Чистый (по фосфору и сере) стальной лом с добавлением передельного чугуна	То же	Железная руда, технический кислород	То же	То же
Электродуговой основной	Стальной лом	Электрическая дуга	—	Тонкостенные ответственного назначения, преимущественно мелкие и средние	Углеродистые и легированные с низким содержанием серы

Способ плавки	Основной исходный материал	Основной источник		Отливки	Выплавляемые стали
		теплоты	кислорода		
Электродуговой кислый	Чистый стальной лом	Электрическая дуга	—	Тонкостенное ответственного назначения, преимущественно мелкие и средние	Преимущественно углеродистые и малолегированные
Электродуговой вакуумный (кислый и основной)	Стальной лом, специально приготовленная шихта	То же	—	Ответственного назначения (мелкие)	Преимущественно высоколегированные
В индукционных печах открытых (кислых и основных)	Стальной лом, ферросплавы	Индуктированная электроэнергия	—	Тонкостенные ответственного назначения, преимущественно мелкие и средние	Углеродистые легированные стали
В индукционных закрытых (вакуумных) и других печах	Стальной лом, специально приготовленная шихта	То же	—	Тонкостенные, высокоответственного назначения, сложной конфигурации	Преимущественно высококачественные

Маркировка специальных легированных сталей (табл. 122, 123) (нержавеющих, кислотоупорных, жаропрочных и др.) включает буквенные обозначения для входящих в них легирующих элементов (Х — хром, Н — никель, Т — титан, М — молибден, С — кремний, Г — марганец); цифры после букв показывают процентное содержание этих элементов. Буква Л обозначает способ получения стали методом литья. Первые две цифры в маркировке углеродистых сталей (табл. 124) указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Температура плавления сталей превышает 1420° С.

122. Легированные стали для фасонных отливок

Сталь	Характеристика и назначение
30ГСЛ	Коррозионная стойкость низкая, жидкотекучесть удовлетворительная, обладает малой склонностью к образованию трещин. Сваривается дуговой сваркой в среде защитных газов и электрошлаковой сваркой. Изготавливают лопасти гидротурбин с облицовкой листами из нержавеющей стали, втулки, лопасти, сектора, зубчатые венцы
12Х11В2НМФЛ	Применяют для изготовления деталей арматуры, работающих при температуре до 590—610° С
Х18Н9ТЛ	Жаропрочная при температуре до 600° С. Сваривается ручной дуговой сваркой. Изготавливают детали машин, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред (азотной, уксусной, фосфорной, щелочной и др.)
Х28Л	Кислото- и окислостойкая до температуры 1000° С. Сваривается плохо. Изготавливают печную арматуру, детали химических аппаратов и сосудов; центробежные насосы, конденсаторы, цилиндры, корпуса золотников и мешалки, работающие в щелочных средах высокой концентрации, в растворах солей и среде газов
Х18Н12М3ТЛ	Жаропрочная до температуры 800° С, кислотоустойкая. Получают отливки, работающие в слабых растворах серной кислоты
Х28Н48В5Л	Окислостойкая, нержавеющая. Литейные свойства удовлетворительные. Изготавливают детали печей, работающих при температуре до 1200° С
Х21Н6М2ТЛ	Коррозионная стойкость высокая в слабых растворах серной, фосфорной, лимонной и других кислот. Сваривается ручной дуговой сваркой. Изготавливают детали химического оборудования — корпуса насосов, крыльчатки, фитинги
Х12СЮЛ	Коррозионно-стойкая в содержащих средах. Изготавливают клапаны автотракторных двигателей, печную арматуру и другие детали, работающие с пониженной нагрузкой при температуре до 900° С

Сталь	Характеристика и назначение
X25ТЛ	<p>Окалиностойкая до температуры 1100° С. Изготавливают печную арматуру, плиты, детали аппаратов и сосудов, работающих в слабых растворах азотной, фосфорной, уксусной, лимонной и других кислот</p>
Г13Л	<p>Сталь Гатфильда — высоколегированная марганцовистая сталь (содержание Mn 11,5—14,5%) аустенитного класса высокой (превосходящей стали других групп) износостойкости при больших давлениях и ударных нагрузках. Для получения требуемых свойств отливки из стали Гатфильда подвергают нагреву до $t = 1020 \div 1100^\circ \text{C}$ и закаливают в холодной воде на аустенит. Недопустим продолжительный нагрев отливок из стали Гатфильда при эксплуатации до 300° С (или кратковременный до 400° С), так как при этом сталь приобретает большую твердость (до 500 НВ) и становится очень хрупкой. Закаленная в воде сталь не поддается механической обработке. Назначение — отливки корпусов вихревых и шаровидных мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов, мелющие шары и другие детали, работающие в условиях ударных нагрузок на износ</p>

123. Величина угара и особенности введения в сталь некоторых легирующих элементов

Элемент	В каком виде вводится элемент	Угар в печи, %		Особенности введения элемента	Масса или размер кусков	Примечание
		в мартеновской	в электродуговой			
Никель	Металлического никеля или ферроникеля	0,0	0,0	Предпочтительно в завалку (до окислительного периода)	От дробы до чушки массой 10—12 кг	При выплавке сплавов с высоким (60% и более) содержанием никеля часть его испаряется
Молибден	Ферромolibдена или молибдата кальция	0,0	0,0	В начале кипения. Корректировку содержания производят не позднее чем за 25—30 мин до выпуска стали из печи	Не крупнее 50—100 мм	При применении молибдата кальция его целесообразнее присаживать на зеркало металла после скачивания шлака
Хром	Феррохрома	15—30	5—10	После предварительного раскисления. Корректировку содержания производят не позднее чем за 20 мин до выпуска стали из печи	Масса 4—6 кг	—
Марганец	Ферромарганца	20—30	—	В печь за 5—15 мин до выпуска стали (можно часть вводить в ковш)	Величиной 50—100 мм	—

124. Углеродистые стали

Марка]	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Твердость НВ	Характеристика и назначение
15Л	400	24	109—136	Коррозионная стойкость низкая, жидкотекучесть удовлетворительная, не склонная к образованию трещин, хорошо сваривается, но после сварки требует отжиг. Применяют для изготовления несложных литых деталей в комбинированных сварно-литых конструкциях
20Л	420	22	116—144	Характерные особенности те же, что и для стали 15Л. Изготавливают несложные массивные отливки (крышки, патрубки, фланцы), работающие при температуре $-40 \div +450^\circ\text{C}$ под давлением
25Л	450	19	124—151	Характерные особенности те же, что и для стали 15Л. Изготавливают станины прокатных станов, шкивы, турбинные детали, корпуса подшипников
30Л	480	17	131—157	Характерные особенности те же, что и для стали 15Л. Изготавливают станины прокатных станов, корпуса и обоймы турбомашин, балансиры, рычаги, корпуса червячных редукторов, муфты
35Л	500	15	137—166	Коррозионная стойкость низкая, жидкотекучесть удовлетворительная, несклонна к литейным трещинам, свариваемость хорошая. Изготавливают шестерни, шайбы, колеса и другие детали, работающие при вибрационной и ударной нагрузках
40Л	530	14	146—173	Характерные особенности те же, что и для стали 35Л. Изготавливают ответственные детали, к которым предъявляют повышенные требования по прочности и сопротивлению, износо-зубчатые венцы и колеса, тормозные диски, катки
45Л	550	12	153—179	То же
50Л	580	11	159—190	Коррозионная стойкость низкая, жидкотекучесть удовлетворительная. Назначение то же, что и для сталей 45Л, 40Л
55Л	600	10	170—199	Характерные особенности те же, что и для стали 50Л. Изготавливают муфты для прокатки, барабаны, зубчатые венцы

Примечание. Значения механических свойств приведены после отжига или нормализации с высоким отпуском.

§ 41. Алюминиевые

Алюминиевые сплавы нашли широкое распространение в промышленности благодаря малой удельной высоте, сравнительно невысокой температуре плавления, высокой коррозионной стойкости, малой склонности к образованию трещин, сравнительно небольшой усадке, хорошей обрабатываемости и другим свойствам.

В табл. 125 приведены механические свойства некоторых алюминиевых литейных сплавов, их характеристика и назначение.

Структура, физико-механические и литейные свойства алюминиевых сплавов (например, силуминов) зависят от химических элементов, входящих в сплав (табл. 126).

§ 42. Магниевые сплавы

Магниевые сплавы находят все более широкое распространение в промышленности в виде литых заготовок. Этому способствуют совершенствование процессов литья, а также технологические и эксплуатационные свойства магниевых сплавов: малая масса, высокая удельная прочность, способность поглощать энергию ударных и вибрационных нагрузок, хорошая обрабатываемость. Легирование сплавов различными добавками значительно повышает их эксплуатационные свойства.

В зависимости от назначения магниевые сплавы классифицируют на коррозионно-стойкие (табл. 127), высокопрочные, жаростойкие (табл. 128). Основные химические элементы, входящие в состав магниевых сплавов, придают им различные технологические и эксплуатационные свойства (табл. 129). Температура плавления магниевых сплавов 600—650° С.

Магниевые сплавы химически активны, способны сильно окисляться и даже загораться при заливке и плавке, при комнатной температуре магниевые сплавы не огнеопасны, но с повышением температуры (табл. 130) и в раздробленном состоянии опасность воспламенения их повышается.

§ 43. Медные сплавы

Литейные медные сплавы (табл. 131, 132) делят на бронзы и латуни. Различают бронзы оловянные, представляющие собой сплав меди с оловом и другими элементами, и безоловянные бронзы, состоящие из сплава меди с алюминием, железом, марганцем, никелем и другими элементами.

Латуни — сплав меди с цинком, кремнием, алюминием, марганцем, свинцом и другими элементами.

Преимуществами и отличительными свойствами медных сплавов являются низкий коэффициент трения, высокая коррозионная стойкость в различных атмосферных условиях и др.

Механические свойства медных сплавов, зависящие от входящих в состав сплавов элементов (см. табл. 133), определяют по отдельным отлитым образцам.

Бронзы оловянные плавят при температуре 1000—1500° С, бронзы безоловянные и латуни — при 900—1050° С.

§ 44. Плавильные печи

Для превращения шихтовых материалов (см. § 38 гл. VII) в жидкое состояние нагревом их до температуры, превышающей температуру плавления, применяют плавильные печи. Плавильные печи работают на жидком, твердом, газообразном топливе и электрической энергии. Ниже приведены основные типы плавильных печей для плавки чугуна и стали (табл. 134—137), алюминиевых сплавов (табл. 138—139), бронзы и латуней (табл. 140). Для магниевых сплавов применяют стационарные стальные тиглы емкостью до 0,5 т; стальные сварные тиглы вместимостью до 0,35 т; отражательные печи вместимостью до 3 т или индукционные печи со стальным тиглом вместимостью до 2 т.

На рис. 30—34 изображены некоторые типы плавильных печей для плавки чугуна и стали.

125. Алюминиевые сплавы

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относи- тельное удлинение, %	Твердость НВ	Линейная усадка, %	Жидкотече- кость по спираль- ной пробе, мм	Характеристика	Назначение
	не менее						
АЛ2	150	4	50	0,9	820	Обладают хорошими литейными свойствами, склонны к образованию газовой пористости	Тонкостенные сложные детали (корпуса насосов, блоки двигателей, детали приборов и др.), работающие при температурах не выше 200°С
АЛ4	150	2	50	1,0	750		
АЛ9	160—190	2—4	50	1,0	770		
АЛ8	290	9	60	1,3	600	Повышенные механические свойства, коррозионно-стойкие, хорошо поддаются механической обработке резанием. Пониженные литейные свойства. Менее склонны, чем силумины, к образованию газовой пористости	Детали, работающие в атмосферных и морских условиях при температурах до 60°С — сплав АЛ27; до 150°С — сплавы АЛ13, АЛ22. Детали (кронштейн, стойки и др.), работающие с повышенными нагрузками при температурах до 250°С
АЛ13	150	1	55	1,2	500		
АЛ27	320	12	75	1,2	—		
АЛ22	180	1	90	1,2	650		
АЛ7	200	6	60	1,4	280		
АЛ19	300—340	8—4	70—90	1,25	410		
АЛ1	180—210	1,0	80—95	1,35	—	Повышенные механические и жаропрочные свойства	Детали автотракторных двигателей
АЛ20	210—250	1,0	65—75	1,20	600		
АЛ21	180—210	1,0	65—75	1,20	700	Удовлетворительные механические свойства, хорошо поддаются механической обработке резанием	Корпуса арматуры и приборов головки цилиндров двигателей воздушного охлаждения. Детали приборов и др., работающие с малой и средней нагрузкой при температурах до 250°С
АЛ24	220—270	2,0	60—70	1,20	—		
АЛ3	140—210	0,5—0,0	65—75	1,15	700		
АЛ5	160—230	0,5—1,0	65—70	1,10	750		
АЛ6	150	1,0	45	1,10	650		

126. Влияние химических элементов на свойства силуминов

Элемент	Характеристика
Бериллий	Способствует рафинированию (удлинению примесей), снижает отрицательное действие железа (примеси) на механические свойства
Бор	Способствует рафинированию, измельчает структуру и повышает пластичность
Магний	Повышает механические свойства, увеличивает пористость
Медь	Повышает механические свойства, снижает коррозионную стойкость
Калий, литий, натрий	Способствуют измельчению структурных составляющих сплава, резко увеличивают пористость и повышают вязкость
Олово	Снижает коррозионную стойкость
Цинк	Повышает механические свойства и ухудшает литейные
Кальций	Восстанавливает алюминий из окиси, образуя окись кальция, которая снижает жидкотекучесть и механические свойства; повышает теплопроводность
Железо	Резко снижает пластичность и повышает жаропрочность
Ванадий, хром, марганец, кобальт, молибден, никель	Резко снижают отрицательное действие железа (примеси) на механические свойства сплава, повышают жаропрочность и снижают пористость
Титан	Измельчает структурные составляющие сплава и, следовательно, повышает механическую прочность

127. Коррозионно-стойкие магниевые сплавы

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ² , не менее	Относительное удлинение, %	Линейная усадка, %	Жидкотекучесть по прутковой пробе, мм	Характеристика	Назначение
Мл2	90	3	1,6—1,9	270	Повышенная коррозионная стойкость, хорошая свариваемость. Низкие механические свойства, склонность к образованию горячих трещин	Слабонагруженные детали, к которым предъявляют требования по коррозионной стойкости и герметичности (горловины бензобаков и бензomasляная аппаратура), а также детали, работающие при температурах до 150° С
Мл3	160	6	1,4—1,6	215	Пониженные литейные свойства, относительно высокие механические свойства, склонность к образованию горячих трещин	Среднеагруженные детали простой конфигурации, требующие герметичности (детали арматуры, корпуса насосов), а также детали, работающие при температурах до 150° С
Мл4	160	3	1,2—1,4	245	Относительно высокие механические свойства, склонность к образованию горячих трещин	Детали, подвергающиеся статическим и динамическим нагрузкам (корпуса приборов, отдельные части инструмента и др.), а также детали, работающие при температурах до 150° С
Мл4п. ч.	220	5	1,2—1,4	245	Относительно высокие механические свойства при повышенной коррозионной стойкости, склонность к образованию горячих трещин	Назначение то же, что и для Мл4, но к сплаву Мл4п. ч. предъявляют требования по коррозионной стойкости

Мл5 Мл6	150	1—2	1,0—1,2	300	Высокие механические свойства в термически обработанном состоянии, хорошие литейные свойства, чувствительность механических свойств к толщине стенок отливки	Нагруженные детали (корпуса тормозных барабанов, детали двигателей, колеса и др.), а также детали, работающие при температурах до 150° С и кратковременном нагреве до 250° С
Мл5о. н.	150	2	1,0—1,2	300	Те же характеристики, что и для Мл5, но сплав имеет пониженную коррозионную стойкость	Назначение то же, что и для Мл5, но к сплаву Мл5о. н. не предъявляют требований по коррозионной стойкости
Мл5п. ч.	150	2	1,0—1,2	300	Те же характеристики, что и для Мл5, но сплав имеет повышенную коррозионную стойкость	Назначение то же, что и для сплава Мл5, но изделия из Мл5п. ч. эксплуатируются в условиях тропического или морского климата

Примечания: 1. Буквы в марках сплавов обозначают: п. ч. — повышенной частоты; о. н. — общего назначения. 2. Значения предела прочности при растяжении приведены для термически обработанных сплавов Мл4п. ч., Мл5о. н., Мл5п. ч.

128. Высокопрочные и с повышенной жаропрочностью магниевые сплавы

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ² , не менее	Относительное удлинение, %	Линейная усадка, %	Жидкотекучесть (мм) по пружковой пробе	Характеристика	Назначение
Высокопрочные						
Мл12	200	9	1,2—1,4	290	Высокие механические свойства; однородность механических свойств в тонкостенных и массивных сечениях отливок, высокая усталостная прочность	Высоконагруженные детали тормозных колес, работающие при ударных нагрузках, различные корпусные детали, требующие усталостной прочности, а также детали, эксплуатируемые при температурах до 200° С и кратковременном нагреве до 250° С

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ² не менее	Относительное удлинение, %	Линейная усадка, %	Жидкотекучесть (мм) по прутковой пробе	Характеристика	Назначение
Мл8	270	17	1,2—1,4	290	Те же характеристики, что и для сплава Мл12	Назначение то же, что и для Мл12, но изделия из Мл8 эксплуатируются при температурах до 150° С и кратковременном нагреве до 200° С
Мл15	210	3	1,2—1,5	320	Те же характеристики, что и для Мл12, но сплав Мл15 обладает большей жаропрочностью	Назначение то же, что и для Мл8, но изделия из Мл15 работают при кратковременном нагреве до 350° С
Жаростойкие						
Мл11	120	1,5	1,2—1,4	290	Высокие механические свойства при повышенных температурах, повышенная герметичность. Низкие механические свойства при комнатной температуре и низкая пластичность	Среднеагрессивные детали, нагревающиеся при эксплуатации до 250° С (корпуса насосов и др.)
Мл10	230	3	1,2—1,5	250	Те же характеристики, что и для сплава Мл11	Нагруженные детали двигателей, к которым предъявляются требования по стабильности размеров при рабочих температурах до 250° С, а при кратковременном нагреве — до 350° С
Мл9	230	11	1,2—1,4	250		Для изделий из сплава Мл9 кратковременный нагрев до 400° С

129. Влияние химических элементов на свойства магниевых сплавов

Элемент	Характеристика
Алюминий	Алюминий — легирующая добавка в сплавы системы Mg — Al — Zп, повышает их механические свойства. Понижает механическую прочность сплавов с содержанием циркония
Бериллий	Понижает окисляемость и механическую прочность, повышает склонность к образованию горячих трещин
Бор	Способствует измельчению структурных составляющих сплава
Железо	Снижает коррозионную стойкость
Кадмий	Повышает механические свойства сплавов системы Mg — Zп — Zг
Калий	Повышает окисляемость, снижает коррозионную стойкость
Кальций	Понижает окисляемость. Повышает жаропрочность сплавов системы Mg — Al — Zп. Снижает прочность и пластичность при комнатной температуре
Кремний	Снижает коррозионную стойкость и механические свойства сплавов, содержащих цирконий
Лантан	Повышает жаропрочность сплавов системы
Литий	Повышает окисляемость, снижает плотность
Марганец	Повышает коррозионную стойкость
Медь	При содержании свыше 0,1% снижает коррозионную стойкость
Натрий	Повышает окисляемость, снижает коррозионную стойкость
Неодим	Повышает жаропрочность сплавов, содержащих цирконий
Никель	Снижает коррозионную стойкость
Серебро	Повышает механические свойства
Титан	Способствует измельчению структурных составляющих сплава
Торий	Повышает жаропрочность
Хлор	Резко снижает коррозионную стойкость
Церий	Повышает жаропрочность
Цинк	Цинк — легирующая добавка в сплавы системы Mg — Zп — Zг, повышает механические свойства
Цирконий	Измельчает структурные составляющие сплавов системы Mg — Zп; Mg — Nd и повышает механические свойства. Способствует осаждению примесей: железа и кремния

130. Температура воспламенения магниевых сплавов

Сплав	Температура, °C	Сплав	Температура, °C
Мл4, Мл6, Мл3	400	Мл9, Мл10	550
Мл5	415		
	430	Мл11	580
Мл8, Мл12	500	Магний	650

131. Бронзы

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Твердость НВ, МПа	Линейная усадка, %	Животекучесть по спиральной пробе, мм.	Назначение
Оловянные бронзы (ГОСТ 613—79)						
БрО5Ц5С5	180—270	6	637	1,6	400	Различные детали, работающие в условиях трения (подшипники, втулки, вкладыши и др.)
БрО4Ц4С17	150—200	5	588	—	250	Станочные втулки, работающие в условиях трения
БрО4Ц7С5	180	6	588	1,43	400	Автомобильные детали узлов трения (втулки поршневых головок, шатунных валов двигателей и др.)
БрО3Ц12С5	180—220	5	588	1,6	550	Детали, работающие в условиях трения, сложная тонкостенная арматура с резкими переходами толщины стенок. Детали, работающие в морской воде, насыщенном паре при температуре до 225°С и в жидком топливе всех видов под давлением до 2500 кПа
БРО3Ц7С5Н1	180—250	5	588	1,45	400	То же
Безоловянные бронзы (ГОСТ 493—79)						
БрАМц9-2Л	400—580	20—22	100—120	1,7—2,2	500	Детали, работающие в условиях трения при скоростях до 1,9 м/с (шестерни, венцы, зубчатые колеса), а также крышки насосов и детали для морского транспорта, работающие при температуре до 250°С
БрАЖ9-4Л	450—540	10—12	100—120	2,4	700	То же
БрАЖМц10-3-1,5	500—580	10—24	120—130	2,2	600	Цилиндрические и конические зубчатые колеса, червячные валы, подшипники дизельных двигателей, а также детали, работающие в среде соляной кислоты и сероводорода при температуре до 90°С
БрАЖН10-4-4Л	600—700	10—15	180—200	1,8—2,2	700	Детали, работающие в морской воде, нефти и химическая аппаратура, эксплуатируемая при температурах до 500°С, а также нагруженные детали, работающие на условиях трения (седла клапанов, нагруженные шестерни, втулки и др.)
БрАЖН11-6-6	600—900	2—4	260	1,8	700	То же
БрС30	60—80	4—6	35—50	1,6	350	Подшипники, работающие при повышенных удельных нагрузках и скоростях до 4 м/с. Сплав заливают на стальную основу
БрСН60-2-2,5	60—80	4—6	14	1,6	200	Сальниковые кольца

132. Многокомпонентные латуни (ГОСТ 17711—80)

Сплав	Временное сопротивление σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Твердость НВ, МПА	Линейная усадка, %	Жидкотекучесть по спиральной пробе, мм	Назначение
ЛА67-2,5	300—400	12	75—90	1,25	570	Коррозионно-стойкие детали
ЛАЖМц66-3-2	600	7	160	1,8	470	Массивные, тяжело нагруженные червячные винты, гайки нажимных винтов
ЛАЖ60-1-1Л	380—420	18—20	80—90	1,7	550	Различная арматура, втулки, подшипники
ЛК80-3Л	350—400	15—20	100—120	1,7—1,8	600	Арматура, работающая в коррозионных средах
ЛКС80-3-3	250—300	7—15	90—100	1,7—1,8	400	Подшипники, втулки
ЛМцС58-2-2	300—350	8—10	80	2,1	400	Втулки и другие детали, работающие в условиях трения
ЛМцОС58-2-2-2	300	10	90	1,8	220	Различные шестерни
ЛМцЖ55-3-1	450—500	10—15	100	1,5	300	Простые по конфигурации детали, работающие в средах всех видов жидкого топлива, морской воде, паре при температурах до 300° С, а также массивные нагруженные детали — гребные винты, лопасти
ЛМцЖ52-4-1	500	15	100—120	1,6	300	Неответственные подшипники, детали авиационной промышленности, работающие в условиях силовых нагрузок
ЛС59-1Л	300	20	80—90	1,8	300	Втулки для сепараторов шарико-подшипников

133. Влияние химических элементов на свойства медных сплавов

Оловянные бронзы	Безоловянные бронзы	Латуни
А л ю м и н и й		
Снижает жидкотекучесть, механические свойства, коррозионную стойкость	Снижает жидкотекучесть, плотность и механические свойства	Повышает жидкотекучесть, механические свойства и коррозионную стойкость
О л о в о		
Понижает относительное удлинение, ударную вязкость и уменьшает плотность. Повышает коррозионную стойкость и антифрикционные свойства	Снижает в марганцовистых бронзах коррозионную стойкость, а в свинцовых бронзах повышает прочность, твердость	Повышает жидкотекучесть, механические свойства и коррозионную стойкость, но в более меньшей мере, чем алюминий
Ц и н к		
Снижает линейную усадку, а при увеличении содержания до 4% повышает жидкотекучесть, уменьшает плотность. При содержании до 5% повышает прочность, выше — снижает коррозионную стойкость и антифрикционные свойства, повышает герметичность	Повышает жидкотекучесть, улучшает антифрикционные свойства	—
С в н е ц		
Улучшает антифрикционные свойства	Снижает механические свойства, но повышает антифрикционные	Повышает жидкотекучесть алюминиевых и марганцовых латуней, но ухудшает механические свойства. Улучшает антифрикционные свойства
Н и к е л ь		
Измельчает структурные составляющие сплава, способствует выравниванию свойств в различных по толщине сечениях отливки. Повышает механические и антифрикционные свойства, плотность и коррозионную стойкость	Снижает жидкотекучесть. В кремнистых бронзах понижает механические свойства, а в свинцовых и сурьмяноникелевых их повышает. В последних улучшает жидкотекучесть, повышает коррозионную стойкость	—
Ф о с ф о р		
Повышает жидкотекучесть, коррозионную стойкость, механические и антифрикционные свойства	Повышает жидкотекучесть	Повышает твердость, снижает механические свойства (относительное удлинение и ударную вязкость)

Оловянные бронзы	Безоловянные бронзы	Латуни
Железо		
Снижает жидкотекучесть. Прочность и твердость повышает, уменьшая пластичность и плотность. Резко снижает коррозионную стойкость	В свинцовых бронзах снижает механические и антифрикционные свойства. В кремнистых бронзах повышает жаропрочность, измельчает структурные составляющие сплава, понижает коррозионную стойкость	Снижает жидкотекучесть, измельчает структурные составляющие, повышая механические свойства. При содержании свыше 0,03% придает сплаву магнитные свойства
Кремний		
То же	В кремнистых бронзах повышает жидкотекучесть, коррозионную стойкость, прочность, твердость, а при содержании до 3% — относительное удлинение. В сурмяно-никелевых бронзах снижает жидкотекучесть, механические свойства	Повышает жидкотекучесть, прочность, коррозионную стойкость и антифрикционные свойства
Сурьма, висмут, мышьяк		
Снижает прочность и пластичность	Висмут, мышьяк снижают механические свойства, жаропрочность, коррозионную стойкость. Сурьма на марганцовистые бронзы заметного влияния не оказывает; в кремнистых бронзах снижает механические свойства; в сурмяно-никелевых бронзах повышает прочность и твердость, снижает относительное удлинение и уменьшает линейную усадку	Сурьма, висмут уменьшают прочность, относительное удлинение и ударную вязкость. Мышьяк повышает твердость, снижает прочность, относительное удлинение и ударную вязкость
Сера		
Снижает механические свойства	Заметного влияния на безоловянные бронзы не оказывает	—
Марганец		
—	Повышает механические и антифрикционные свойства, а также коррозионную стойкость	Несколько снижает жидкотекучесть; повышает механические свойства и коррозионную стойкость. При наличии в сплаве свинца повышает антифрикционные свойства

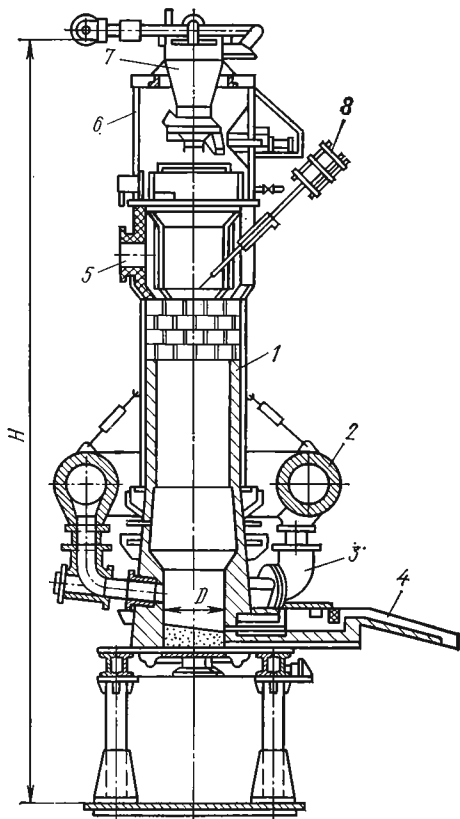


Рис. 30. Вагранка закрытого типа:

1 — шахта доменного профиля, 2 — фурменный пояс, 3 — водоохлаждаемые фурмы, 4 — желоб, 5 — патрубок отсоса ваграночных газов, 6 — загрузочное приспособление, 7 — загрузочный бункер шихты, 8 — уровень шихты в вагранке

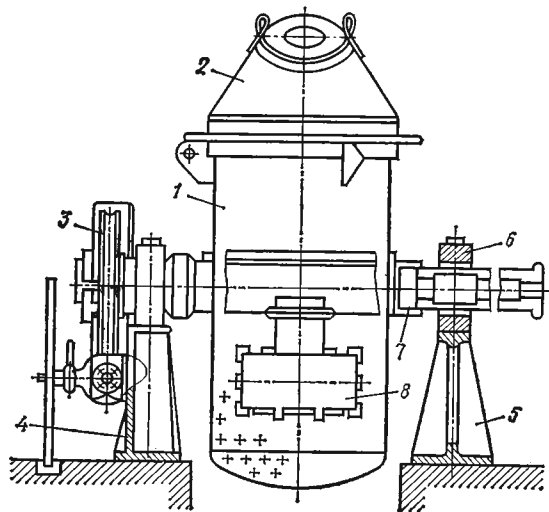


Рис. 31. Типовой конвертер ЦНИИТМАШ вместимостью 2,5 т:

1 — реторта, 2 — горловина, 3 — механизм поворота реторты, 4 — стойка привода, 5 — стойка со стороны подачи воздуха, 6 — подшипник, 7 — опорное кольцо, 8 — воздухораспределительная пробка

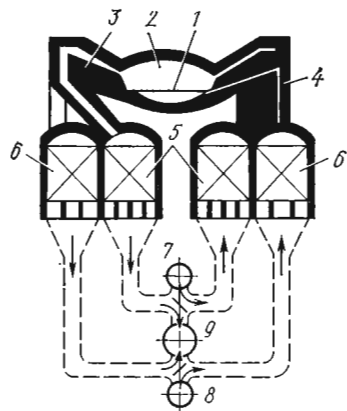


Рис. 32. Принципиальная схема мартеновской печи:

1 — ванна металла, 2 — рабочее пространство печи, 3 — воздушный канал, 4 — газовый канал, 5 — воздушные регенераторы, 6 — газовые регенераторы, 7 — подача воздуха, 8 — подача газа, 9 — дымовая труба

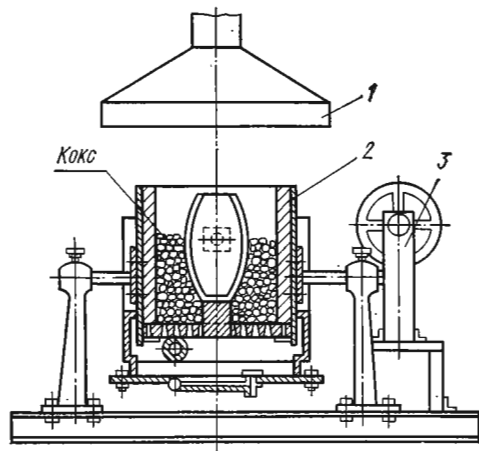


Рис. 33. Тигельная поворотная печь:

1 — вытяжной кожух, 2 — тигель, 3 — поворотный механизм

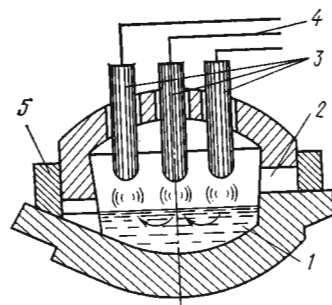


Рис. 34. Схема трехфазной дуговой электропечи для плавки стали:

1 — ванна, 2 — завалочное окно, 3 — электроды, 4 — подвод электрического тока, 5 — выпускной желоб

134. Плавильные печи для плавки чугуна и стали

Печь	Техническая характеристика
Вагранки нормального ряда, закрытого типа (см. рис. 30) с шахтой доменного профиля, водоохлаждаемая. Чугун из вагранки подается в копильник	Вагранки производительностью 4—6, 6—9, 10—14, 15—21, 25—33, 30—35 с соответствующим расходом воздуха 4700, 6200, 8650, 17 000, 22 000, 36 000 м³/ч
Конвертер (см. рис. 31)	Конвертеры емкостью 0,5; 1,5; 2,5; 3,0 т
Мартеновские печи для плавки стали (см. рис. 32)	Мартеновские печи производительностью 8,5; 11,0; 16,0 т/ч с соответствующей площадью пода 36 м² (при глубине ванны 700 мм), 42,5 м² (780 мм) и 52 м² (800 мм)

135. Индукционные электропечи для плавки чугуна и стали с перегревом до 1600° С

Печь	Вместимость печи, т	Печь	Вместимость печи, т
Для плавки чугуна		Для плавки стали	
ИЧТ-1	1,0	ИСТ-0,06	0,06
ИЧТ-2,5	2,5	ИСТ-0,16	0,16
ИЧТ-6	6,0	ИСТ-0,4	0,4
ИЧТ-10	10,0	ИСТ-1	1,0
ИЧТ-21,5	21,5	ИСТ-2,5	2,5
ИЧТ-31	31,0		
ИЧТ-60	60,0		

Для работы в дуплекс-процессах совместно с вагранками, дуговыми и тигельными печами предназначены индукционные каналные миксеры. Они позволяют повысить температуру чугуна перед заливкой, осуществить легирование и модифицирование расплава. В последнее время эти плавильные агрегаты используются непосредственно для плавки чугуна.

136. Миксеры для дуплекс-процессов

Вместимость печи, т	Мощность печи, кВт	Мощность индукционных единиц и их количество	Производительность, т/ч	Исполнение
2,5	250	250×1	7	Шахтный
4	500	500×1	14	»
6	500	500×1	14	»
10	500	500×1	12	»
16	500	500×1	12	»
25	2000	500×4	55	Барабанный

Серия индукционных чугуноплавильных каналных миксеров (ИЧКМ)

2,5	250	250×1	7	Шахтный
4	500	500×1	14	»
6	500	500×1	14	»
10	500	500×1	12	»
16	500	500×1	12	»
25	2000	500×4	55	Барабанный

Вместимость печи, т	Мощность печи, кВт	Мощность индукционных единиц и их количество	Производительность, т/ч	Исполнение
25	1000	500×2	24	Шахтный
40	2000	1000×2	55	Барабанный
40	1000	500×2	24	Шахтный
60	4000	1000×4	115	Барабанный
60	2000	1000×2	50	Шахтный
100	4000	1000×4	115	Барабанный
100	2000	1000×2	50	Шахтный

Серия индукционных канальных раздаточных миксеров для чугуна (ИЧКР)

0,4	60	60×1	1,4	—
0,6	60	60×1	1,35	—
1,0	60	60×1	1,1	—
2,5	150	150×1	4,0	—
4,0	150	150×1	3,7	—
6,0	150	150×1	3,6	—

137. Дуговые печи для плавки чугуна и стали

Печь	Вместимость печи, м ³	Печь	Вместимость печи, м ³
Для плавки чугуна и стали		Для плавки стали	
ДМ-0,25	0,25	ДС-0,5, ДС-05А	0,5
ДМ-0,5	0,5	ДС-1,5, ДСП-1,5	1,5
ДСП-3М2	3,0	ДС-3, ДСП-3	3,0
ДСП-6Н	6,0	ДСВ-5А	5,0
ДСП-12Н2	12,0	ДСВ-10Б	10,0
ДСП-25Н2	25,0	ДСП-20	20,0
ДСП-50Н2	50,0	ДСП-50	50,0
		ДСП-80	80,0

138. Тигельные (газовые) печи для плавки и подогрева алюминиевых сплавов

Печь	Вместимость печи, т	Расход топлива, кг/ч	Характеристика печи
ПТП-0,18	0,18	30	Тигель графитовый, чугунный или набивной. Печь однитигельная
ПТП-0,25	0,25	40	Материал тигля тот же. Печь однитигельная
РТС-0,30	0,30	20	Стационарная, раздаточная, двухтитигельная печь для подогрева расплава
РТС-0,15	0,15	15	Стационарная, раздаточная, однитигельная печь для подогрева расплава

Примечание. Для плавки алюминиевых сплавов применяют также отражательные нефтяные печи НОП-1, НОП-2, НОП-7.

139. Тигельные печи сопротивления для плавки и подогрева алюминиевых сплавов

Печь	Вместимость печи, т	Печь	Вместимость печи, т
Поворотные		Стационарные	
САТ-0,15А	0,15	САТ-0,15Б	0,15
САТ-0,25А	0,25	САТ-0,25Б	0,25
САТ-0,5А	0,5	САТ-0,5Б	0,5
		САТ-0,15В	0,15
		САТ-0,25В	0,25

Примечание. Для плавки алюминиевых сплавов применяют также индукционные печи с чугунным тиглем ИПА-100, ИПА-250, ИПА-500 и индукционные каналные печи ИАК-0,4, ИАК-1, ИАК-2, ИАК-2,5, ИАК-6.

140. Индукционные тигельные и каналные электропечи для плавки бронз и латуней

Печь	Производительность печи, т/ч	Печь	Производительность печи, т/ч
Тигельные		Канальные	
ИЛТ-1	0,9	ИЛК-1	1,25
ИЛТ-2,5	1,8	ИЛК-1,6	3,75
ИЛТ-10	3,7	ИЛК-16	10,0
ИЛТ-16	7,5		

Примечание. Для плавки бронз и латуней применяют также дуговые электропечи ДМК-0,25, ДМК-0,5.

ГЛАВА VIII

ЗАЛИВКА ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ОТЛИВОК

§ 45. Заливка литейных форм

Разливочные ковши. Ковш — это металлическая (стальная или чугунная) емкость, предназначенная для кратковременного хранения, перемещения и заливки в литейные формы расплава. Внутренняя поверхность и крышка ковша футерована огнеупорным материалом.

Ковш перемещают грузоподъемным оборудованием или вручную с помощью приспособлений, закрепленных на корпусе ковша. На приспособлениях установлены замковые устройства (защелки), предотвращающие опрокидывание ковша при его перемещении.

Опрокидывание ковша при заливке литейных форм осуществляют самотормозящимися червячными механизмами, которые приводят в действие от ручного штурвала или электродвигателя.

При изготовлении мелких отливок расплав из плавильной печи заливают в ковш вместимостью 0,5—1,5 т, а затем из него в ковш вместимостью 30—80 кг. Ковш меньшей вместимости предназначен для заливки литейных форм. Ковш большей вместимости устанавливают на специальный поворотный стенд вблизи места разлива расплава по литейным формам.

Ручные ковши (рис. 35, а, б) применяют в основном для заливки стержневых каркасов на плацу или при разливке расплавов в мелкие литейные формы в условиях маломеханизированных производств.

Для разливки чугунного расплава используют ковш барабанного или конического (рис. 35, в) типа различной вместимости.

Стопорные ковши (рис. 35, г), предназначенные для разливки стального расплава, имеют огнеупорную втулку, закрепленную в днище ковша. Отверстие втулки, через которое расплав поступает в литейную форму, закрывается с помощью рычажного механизма. Рычаги и штанга облицованы огнеупорным материалом.

Для заливки форм расплавом цветных металлов используют различные конструкции ковшей вместимостью до 1,0 т. Ковши чайникового типа применяют при разливке магниевых расплавов из стационарных тиглей. Внутри ковшей на расстоянии 20—30 мм от дна расположена трубка, обеспечивающая заливку расплава через нижнюю часть носика. При такой конструкции ковша окислы и флюсы не попадают в литейную форму.

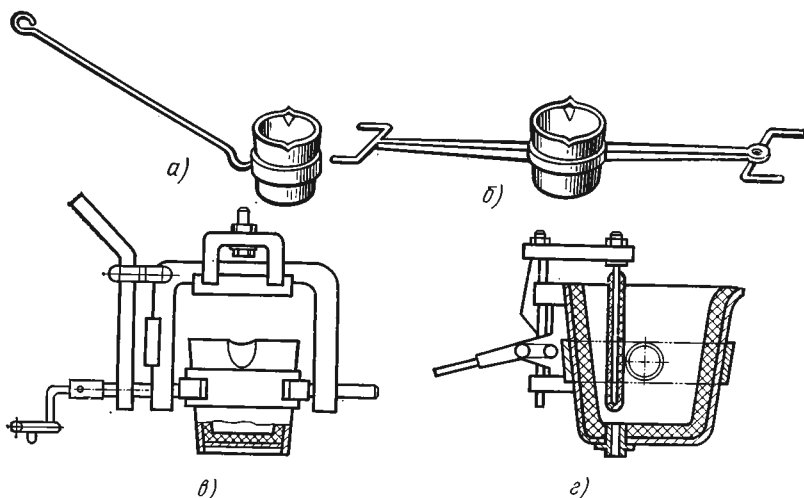


Рис. 35. Ковши для заливки литейных форм:

а — ковш-ложка, б — ковш с носиками, в — конический вместимостью 100—250 кг, г — стопорный

Основные требования к подготовке разливочных ковшей заключаются в следующем:

ковши очищают от шлака и настелей. Носики ковшей обмазывают огнеупорным составом, окрашивают и просушивают;

проверяют футеровку, исправность поворотного механизма, стопорного устройства. Ковши с недостаточно просушенной футеровкой не применяют с целью предотвратить кипение расплава;

на рабочее место устанавливают технологические пробы, ложки для заливки проб, ломик, сциалки шлака, пробки, глину.

Заливка форм. После заполнения ковша с поверхности расплава тщательно снимают скребком шлак или флюсовый покров. При заливке форм обеспечивают постоянный уровень металла в литниковой чаше. Выходящие из формы газы поджигают. В табл. 141—143 приведены оптимальные температуры разливки, скорости снижения температуры и ориентировочная продолжительность заливки.

Механизация и автоматизация заливки расплавов в литейные формы является в настоящее время интенсивно развиваемым процессом и прежде всего для изготовления отливок крупносерийного и массового производства на автоматиче-

ских линиях. При создании автоматических формовочных линий с использованием устройства (табл. 144) автоматической заливки необходимо учитывать следующие основные требования:

фиксирование места расположения заливочной чаши или воронки, унификация их размеров, а в случае наличия выпора — также места его расположения;

фиксированное расположение литейной формы на конвейере и фиксированное положение тележки конвейера (или другого транспортного устройства) относительно автоматической заливочной системы;

конфигурация и положение груза при необходимости его применения на литейной форме не должны препятствовать заливке;

постоянство скорости перемещения формы в процессе заливки или транспортной системы с пульсирующим движением форм;

обеспечение удобства и быстроты подачи жидкого расплава к заливочному устройству.

В настоящее время определялись следующие конструктивные типы заливочных автоматических установок: с наклонной ванной; с пневмовыдачей; со стопорным механизмом; электромагнитные; комбинированные.

141. Температуры разлики

Характеристика отливок или марка сплава	Температура расплава	
	при выпуске из плавильной печи, °С	при заливке литейных форм °С, не ниже
Серый чугун (СЧ 18 и ниже)		
Мелкие	1380	1300
Средние	1360	1300
Крупные, очень крупные	1360	1290
Тонкостенные (средние, крупные, очень крупные)	1380	1320
Серый чугун (СЧ 20 и выше)		
Мелкие	1380	1320
Средние	1380	1320
Крупные, очень крупные	1380	1300
Тонкостенные (средние, крупные, очень крупные)	1400	1330
Высокопрочный чугун		
Преобладающая толщина стенок, мм:	1380	1320
6—20		1300
> 20		
Ковкий чугун		
Преобладающая толщина стенок, мм:		
До 4	1480	1380
4—10	1450	1350
10—20	1430	1350
> 20	1410	1320

Характеристика отливок или марка сплава	Температура расплава	
	при выпуске из плавильной печи, °С	при заливке литейных форм, °С, не ниже

Углеродистая и низколегированная сталь

Мелкие, средние	1550	1420
Крупные, очень крупные	1520	1390
Тонкостенные (мелкие и средние)	1550	1450

Высоколегированная сталь

Мелкие, средние	1570	1420
Крупные, очень крупные	1540	1420
Тонкостенные (мелкие и средние)	1570	1480

Алюминиевый сплав

АЛ1	780	720—770
АЛ4	770	730—750
АЛ10	750	690—730
Прочие	770—770	640—750

Оловянная бронза и фосфористая

Преобладающая толщина стенок, мм:		
10	1150	1100
10—20	1100	1050
20	1050	1000

Алюминиевая бронза

Преобладающая толщина стенок, мм:		
10	1150	1100

Кремнистая латунь

Преобладающая толщина стенок, мм:		
10	1130	1100
10	1080	1050

Примечание. Неответственные толстостенные отливки из серого чугуна допускаются заливать при температуре не ниже 1270°С, отливки из магниевых сплавов — при 720—780°С.

**142. Скорость снижения температуры расплава чугуна и стали
(в ковше, предварительно разогретом до температуры 1000° С)**

Вместимость ковша, кг	Среднее снижение температуры, °С/мин	Снижение температуры в момент выпуска в ковш, °С	Снижение температуры в ковше, °С		
			за первые 10 мин	за последующие	
				10 мин	20—25 мин
Чугун					
50	20—40	40—50	—	—	—
150	10—15	40—50	120	—	—
300	5—7	40—50	50	—	—
1000—2000	2—3	20—40	30	20	35—40
3000—4000	1,5—2,5	20—40	20	15	25—30
5000	1,0—2,0	20—40	15	10	20—25
10 000	0,5—1,0	20—40	10	10	12—15
Сталь					
50—70	—	—	30—40	—	—
2000—3000	—	75—85	40—50	25—30	20—25
4000—5000	—	70—80	30—40	20—25	15—20
7000—8000	—	65—75	20—30	15—20	10—15
10 000—12 000	—	60—70	20—30	15—20	10—15

Примечание. Для расплава чугуна приведены скорости снижения температуры в барабанном ковше.

143. Продолжительность заливки форм расплавом серого чугуна

Металлоемкость литейной формы, кг	Продолжительность заливки, с	Металлоемкость литейной формы, кг	Продолжительность заливки, с
3—5	4—5	250—500	24—28
5—10	4—11	500—1000	28—40
10—50	11—18	1000—5000	40—100
50—100	18—20	5000—10 000	100—120
100—200	20—24		

144. Заливочные машины, их основные технические характеристики и область применения

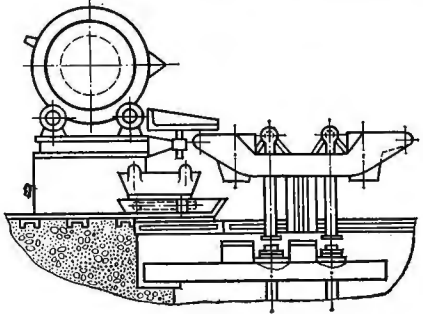
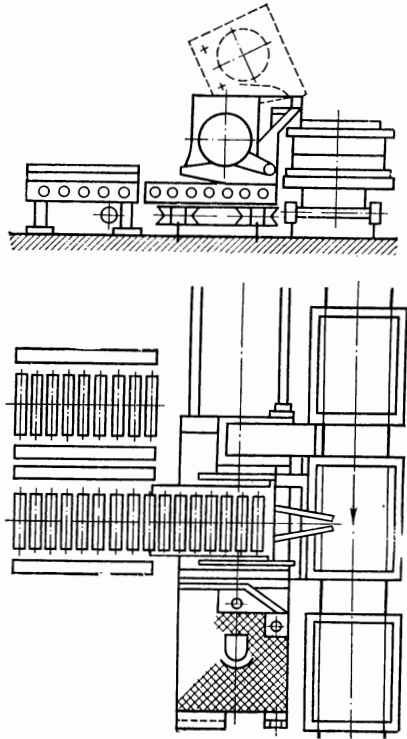
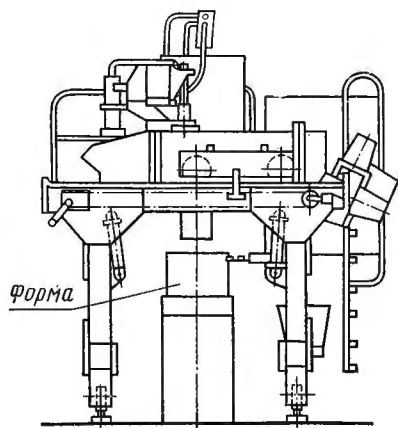
<p>Схема заливочной машины</p>	<p>Наименование, тип, основные данные</p>	<p>Рекомендуемая область применения, примеры использования]</p>	<p>Преимущества и недостатки</p>
	<p>Заливочная ковшовая установка двухпозиционная, поворотная. Вместимость миксера — 2 т (обогрев газовый) Вместимость ковшей — от 160 до 1000 кг. Максимальная производительность при дозе 5—8 кг — до 200 заливок в час</p>	<p>Для заливки чугуна в кокили и песчаные формы при мелком литье. Во время заливки форма неподвижна. Расстояние от оси литниковой чаши до наружного габаритного размера опоки или кокиля — не более 200 мм</p>	<p>Преимущества: проста конструкции и удобство эксплуатации; наличие обогреваемого миксера. Недостатки: возможность попадания шлака в форму; наличие перелива в ковше</p>

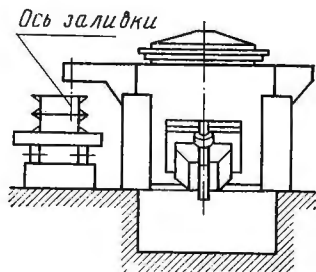
Схема заливочной машины	Наименование, тип, основные данные	Рекомендуемая область применения, примеры использования	Преимущества и недостатки
	<p>Заливочная ковшовая установка модели 4126А. Вместимость ковшей — 630 кг, тип — конический. Производительность — до 200 заливок в час при металлоемкости формы до 20 кг</p>	<p>Для заливки чугуна на линиях безопасной формовки КЛ-2002 и других линиях типа «Дисаматик». Расстояние от оси литниковой чаши до наружного габаритного размера формы — не более 200 мм</p>	<p>Преимущества: простота конструкции; возможность изменения положения носика ковша как в продольном, так и в поперечном направлениях. Недостатки: отсутствие подогрева металла, возможность попадания шлака в форму</p>



Заливочная установка портального типа. Заливка через стопор; вместимость — 2 т. Максимальная температура — 1500°С. Массовый расход — 15 т/ч

Для заливки чугуна в безопочные формы на линиях типа «Дисаматик»

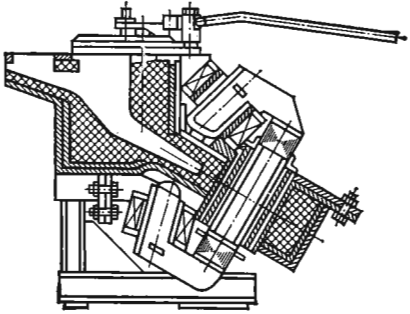
Преимущества: наличие обогреваемого миксера; исключается попадание шлака в форму. Недостатки: недолговечность работы стопорного устройства, большой напор стружки



Электropечь-миксер индукционный, раздаточный ИЧКР-2,5С1 вместимость — 2,5 т. Производительность: по перегреву на 100°С — 3,9 т/ч, по поддержанию — 20 т/ч; температура ванны 1500°С. Выдача дозы — пневматическая

Для заливки чугуна в формы на пульсирующих литейных конвейерах и формовочных рольганговых линиях, в кокили на карусельных машинах и т. д.

Преимущества: наличие индукционного подогрева; подача чистого металла в формы. Недостатки: сложность съема шлака; длительность ремонта футеровки

Схема заливочной машины	Наименование, тип, основные данные	Рекомендуемая область применения, примеры использования	Преимущества и недостатки
	<p>Магнитодинамическая заливочная установка типа МДН-12. Вместимость печи — 1000 кг. Время перегрева металла на 100°С — 1 ч</p>	<p>Для заливки чугуна в формы на пульсирующих конвейерах, формовочных линиях, в кокили на карусельных машинах, на центробежных машинах</p>	<p>Преимущества: наличие индукционного нагрева; легкость съема шлака. Недостатки: повышенный расход электроэнергии, сложность эксплуатации</p>

После заполнения форм расплавом отливки охлаждают в ней до определенной температуры. Время охлаждения отливок зависит от их сложности, размеров и типа сплава. В табл. 145 приведена продолжительность охлаждения чугунных отливок. Время охлаждения стальных отливок на 15—20% больше, чем для чугунных.

145. Продолжительность охлаждения чугунных отливок

Отливка и литейная форма	Масса отливки, кг	Время охлаждения отливки, ч
Базовые корпусные детали (сложные станины, стойки, салазки), к которым предъявляют требования по стабильности геометрических форм и размеров. Формы сухие или химически твердеющие	1001—3000	8—18
	3001—5000	18—30
Базовые корпусные детали — среднегабаритные станины, траверсы, ползуны, шестерни высокой и повышенной прочности, к которым предъявляют требования по стабильности геометрических форм и размеров. Формы сухие или химически твердеющие	101—500	2—6
	501—1000	6—9
Отливки те же, но изготовляемые в подсушенных формах	101—500	2—5
	501—1000	5—8
Базовые корпусные детали сложные и средней сложности, малогабаритные стойки, салазки, суппорты, тумбы, основания, к которым предъявляют требования по стабильности геометрических форм и размеров. Формы подсушенные	≤ 20	0,6—1,0
	21—100	0,75—1,5
Отливки те же, но изготовляемые в сырых формах		
Различные детали средней сложности, отливаемые в сырых формах	< 20	0,4—0,75

§ 46. Выбивка отливок

Вывибку отливок из литейных форм выполняют на специализированном оборудовании (табл. 146—148).

Крупные и тяжелые, и средние отливки выбивают на выбивных решетках с различной грузоподъемностью (рис. 36). Решетки состоят из нескольких типовых секций грузоподъемностью 10, 20 т.

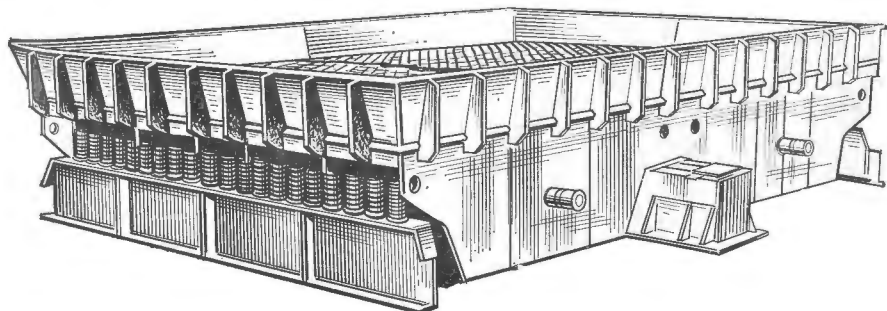


Рис. 36. Инерционная решетка модели 431И-4

146. Выбивные решетки

Параметры	Инерционные									Эксцентрикковые	
	31211	31212	31213	31214	31215	31217	31218	31219	ИР120	421	422М
Грузоподъемность, т	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	16,0	25,0	40,0	7,5	1,0	1,6
Размер стола в свету, мм	1250× ×1000	1600× ×1250	2000× ×1600	2240× ×1800	2500× ×2000	3550× ×2500	4000× ×3150	4500× ×3550	1850× ×1330	1250× ×1000	1600× ×1250
Мощность электродвигателей, кВт	2,2	4,4	4,4	15	20	60	80	150	5,5	2,8	4,5
Масса, кг	1000	2400	2800	5200	5600	14 000	15 400	23 600	2360	880	1000

147. Техническая характеристика установок для выбивки крупных форм

Модель	Грузоподъемность, т	Рабочие размеры решетки, мм	Максимальные размеры выбиваемых опок, м	Установленная мощность электродвигателей одной секции, кВт
428С (31218)	25	3,5×2,5 (4,0×3,15)	—	75
429 (31219)	40	4,1×3,15	—	100
431И4	100	7×5	4×2,5	75
432И6	160	9,5×5	8,9×4×1,2	100
432У8	250	10×7	9×6×1,5	112

148. Техническая характеристика автоматических выбивающих провалных инерционных проходных установок

Модель	Размер опок в свету, мм	Производительность форм/ч
31411	500×400	400
31412	600×500	300
31413	800×700	240
31414	1000×800	200
31415	1200×1000	160
31416	1600×1200	125
31417	2000×1600	60

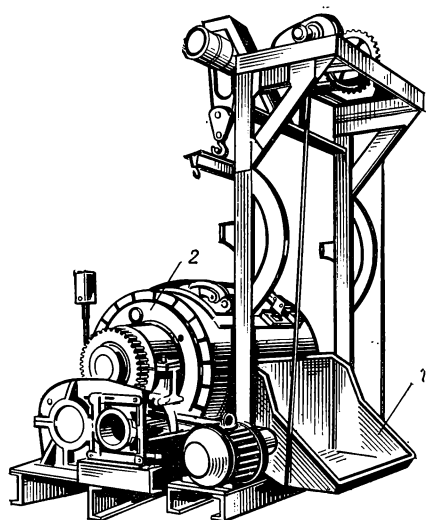


Рис. 37. Барабан очистной галтовочной модели СБ-800:

1 — скиповый подъемник, 2 — очистной барабан

Стержни из отливок выбивают на галтовочных барабанах (рис. 37), гидрокамерах, электрогидроустановках, реже — на вибрационных машинах (табл. 149). В галтовочных барабанах операция выбивки совмещается с очисткой поверхности отливки.

Участки выбивки оборудованы мощной приточно-вытяжной вентиляцией. Для отсоса пыли при выбивке форм мелких и средних отливок применяют вентиляционные зонты и боковые отсосы, расположенные под установкой или по ее периметру. Выбивные устройства для форм крупных и очень крупных отливок на период работы закрывают накатными кожухами.

В механизированных цехах смесь после выбивки по транспортерам передается в смесеприготовительное отделение на регенерацию. Часть транспортеров размещена под выбивным оборудованием.

149. Оборудование для выбивки стержней

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Барабан очистной галтовочный ОБ-800 (периодического действия)

Предназначен для выбивки стержней и для очистки не сложных по форме мелких и средних отливок. Загрузка отливок осуществляется скриповым подъемником. Выбивка и очистка производятся при вращении барабана в результате трения и соударения отливок

Объем загрузки — 0,5 м³, производительность — 3 т/ч, диаметр барабана — 0,8 м, длина рабочей части барабана — 1,25 м, частота вращения — 30 об/мин; мощность электродвигателя — 7,0 кВт

Барабан очистной галтовочный ОБ-900 (периодического действия)

Применяют при выбивке стержней и очистке не сложных по форме мелких и средних отливок. Принцип действия тот же

Объем загрузки — 0,8 м³; производительность — 3,5 т/ч; диаметр барабана — 0,9 м, длина рабочей части барабана — 1,4 м; частота вращения — 27 об/мин; мощность электродвигателя — 7,5 кВт

Барабан очистной галтовочный 314 (непрерывного действия)

Предназначен для выбивки стержней и очистки не сложных по форме мелких и средних отливок. Барабан непрерывного действия с механизмами загрузки и выгрузки отливок

Производительность — 5 т/ч, диаметр барабана — 1,2 м, длина рабочей части барабана — 6,4 м, частота вращения — 7 об/мин, мощность электродвигателя — 21,7 кВт

Вибрационная машина О-15

Предназначена для выбивки стержней мелких отливок размером до 0,3 м. Стержни удаляются в результате вибрационного действия бойка машины на отливку

Усилие зажима отливки — 0,2 т, производительность — до 100 отливок в час

Назначение и принцип	Техническая характеристика
----------------------	----------------------------

Вибрационная машина 411

Назначение то же, но для отливок размером до 0,8 м

Усилие зажима отливок — 0,8 т, производительность — до 40 отливок в час

Очистные вибрационные машины с прямолинейной рабочей камерой

Предназначены для выбивки стержней и очистки отливок. Отливки для очистки помещаются в рабочую камеру с наполнителем, где подвергаются вибрации с одновременным движением по круговой или спиральной траектории. Наполнителями служат синтетические абразивы — электрокорунд нормальный, бой абразивных кругов на бакелитовой и керамической связке зернистостью 80, 100, 160 и твердостью СТ1-СТ3, звездочки из отбеленного чугуна, бракованные мелкие детали. Объемное соотношение между наполнителем и отливками: 1:1 для простых и 1,4:1 для сложных по конфигурации отливок. Камера ВМП400Н — непрерывного действия

Модель камеры	Объем камеры, л	Масса загрузки, кг
ВМ-12М	12	25
МВ-12	12	25
ВМП-25	25	50
ВМП-50	50	100
ВМ-100	100	200
ВМ-200	200	400
ВМ-400	400	800
ВМ-800	800	1600
ВМП 400Н	400	800

Очистные вибрационные машины с тороидно-винтовой рабочей камерой

Назначение и действие такое же, как и у вибрационных машин с прямолинейной рабочей камерой

Модель	Объем камеры, л	Масса загрузки, кг
ВМПВ-100	100	200
ВМПВ-200	200	400
ВМПВ-400	400	80

Гидрокамера 37123 (ЛН407)

Проходная с выкатной тележкой, предназначена для выбивки стержней, а также для удаления остатков стержневой смеси струей воды. Вода и выбитая из отливок смесь поступают через решетчатый пол на инерционный грохот. Крупные куски смеси подаются в отвал, пулыла — на лоток. Металлические включения смеси улавливаются на лотках электромагнитной плитой и поступают в специальные емкости. Отливка при выбивке устанавливается на поворотном столе тележки

Давление струи воды — 19,6 МПа, наибольшая масса отливки — 50 т; габаритные размеры камеры 9,0×4,5×4,5 м; число гидромониторов — 2, угол качания гидромонитора в горизонтальной плоскости — 40°; в вертикальной — 50°; продольный ход сопла — 1,0 м, максимальный расход воды для одного гидромонитора — 5,12 л/с; мощность электродвигателей — 12,8 кВт

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Гидрокамера 37113 (ЛН408)

Принцип действия тот же. Предназначена для выбивки стержней и для удаления остатков стержневой смеси

Давление струи воды — до 19,6 МПа; наибольшая масса отливки — 15; габаритные размеры камеры 4,5×4,5×4,5 м; число гидромониторов ручных — 1, механизированных — 1; угол качания гидромониторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях ручного — 60°, механизированного — 40°; продольного — 1,5, механизированного — 1,0 м. Максимальный расход воды для одного гидромонитора — 5,15 л/с; мощность электродвигателей — 324,2 кВт

Гидрокамера 37116

Принцип действия тот же. Предназначена для выбивки стержней и для удаления остатков стержневой смеси

Давление струи воды — до 19,6 МПа, наибольшая масса отливки — 100 т, габаритные размеры камеры — 5,94×5,8×4,8 м; число гидромониторов 2, угол качания гидромониторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях — 60°, продольный ход сопла — 1,0 м, максимальный расход воды для одного гидромонитора — 5,15 л/с; мощность электродвигателей 450,5 кВт

Гидропескоструйная камера 417

Тупиковая с выкатной тележкой. Стержни удаляются из отливки водопесчаной струей или из закрытых полостей отливки струей воды высокого давления. Каждый гидромонитор снабжен двумя соплами

Давление водопесчаной струи (или воды) — 19,6 МПа; наибольшая масса отливки — 100 т, габаритные размеры камеры — 22×19,3×6,2 м; число гидромониторов — 3; угол качания гидромониторов — 50°; продольный ход сопла — 2,5 м; максимальный расход воды для одного гидромонитора — 5,15 л/с; мощность электродвигателей — 214,8 кВт

Электрогидравлическая установка 67511

Предназначена для выбивки стержней из мелких отливок. Принцип действия основан на использовании энергии электрических разрядов, протекающих в воде между электродами и поверхностью отливки; возникающие в воде ударные волны разрушают стержень. Выбивка стержня производится в рабочей камере, расположенной в баке и закрытой звукоизолирующим кожухом. Камера оснащена механизмами для перемещения электродов, загрузки и выгрузки отливок, удаления выбитой из отливки смеси

Диаметр рабочей камеры — 0,25 м; длина рабочей камеры — 0,5 м; максимальная производительность — 60 циклов в час; мощность установки — 38 кВт·А; напряжение сети — 380 В

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Электрогидравлическая установка 36121А

Принцип действия тот же. Предназначена для удаления стержней из чугунных, стальных и цветных сплавов отливок

Габаритные размеры камеры 1,8×1,0×0,7 м; рекомендуемая масса отливок — 0,1—1,0 т; наибольшая масса загрузки — 2,5 т; максимальная производительность — 3 т/ч; мощность установки — 65 кВ·А; напряжение сети — 380 В

Электрогидравлическая установка 36131А

Принцип действия тот же. Установка размещается в отдельном помещении, состоящем из трех отделений. В отделениях установлены пульта управления, технический узел и высоковольтное оборудование. В помещении технологического узла имеется приямок, в котором размещают рабочий бак. Управление установкой дистанционное. На пульте управления имеется экран для наблюдения за положением электрода относительно очищаемой поверхности

Габаритные размеры рабочего бака — 3,5×2,0×1,0; рекомендуемая масса отливок — 0,5—5,0 т, наибольшая масса загрузки — 80 т; производительность при выбивке стержней из чугунных и из цветных сплавов отливок — 4 т/ч, из стальных — 2,5 т/ч; мощность установки — 150 кВ·А; напряжение сети — 380 В

Электрогидравлическая установка 36141А

Принцип действия и конструктивные особенности те же

Габаритные размеры рабочего бака — 5,6×3,2×2,0 м; рекомендуемая масса отливок — 5,0 т; наибольшая масса загрузки — 25,0 т; производительность при выбивке стержней из чугунных и из цветных сплавов отливок — 6,5 т/ч; из стальных — 4,0 т/ч; мощность установки — 150 кВ·А; напряжение сети — 380 В

Примечания: 1. Галтовочные барабаны используют для очистки отливок от пригара, для удаления заливов и частично остатков элементов литниковой системы. 2. Очистку отливок также производят электрохимическим способом.

§ 47. Очистка отливок

После выбивки отливки подвергают очистке с целью удалить с поверхностей пригар, остатки формовочной и стержневой смеси. Отливки на очистку подают без стержневых каркасов, литников и выпоров и при необходимости пробивают заливов в окна для очистки внутренних полостей отливки. Если отливка подвергалась обработке в гидрокамере или электрогидравлической установке, то перед очисткой ее сушат.

Основным способом очистки отливок является дробементная обработка, которой подвергается более 80% производимых отливок. К дробементному оборудованию (табл. 150) относят барабаны периодического действия, дробементные столы (рис. 38), проходные камеры и комплексно-механизированные линии, на которых кроме очистки выполняются окраска и сушка отливок.

При очистке труднодоступных полостей средних и крупных отливок используют дробеструйные аппараты, имеющие специальный шланг с соплом. В некоторых случаях применяют установки виброабразивной или электрохимической очистки отливок. Эти способы очистки отливок применяют редко. Некоторые отливки очищают в галтовочных барабанах.

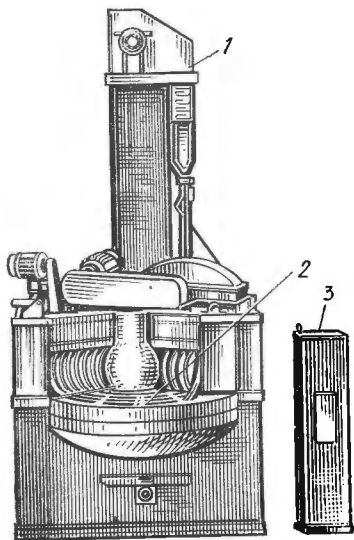


Рис. 38. Стол очистной дробе-метной модели 345:

1 — механизм подачи и сепарации дробы, 2 — подъемный стол, 3 — пульт

150. Очистное оборудование

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Барабан очистной 326М2, 42216

Дробеметный барабан периодического действия предназначен для очистки отливок массой 25—40 кг. Загрузка отливок производится скиповым подъемником. Отливки очищаются на конвейерном поде направленными потоками дробы. На время очистки рабочее пространство барабана закрывают шторой. Очистка дробы осуществляется воздушно-механическим сепаратором

Объем загрузки — до 1,2 м³, максимальный размер отливок — 0,6 м; производительность очистки чугунных отливок средней сложности — 5—7 т/ч; число дробеметных аппаратов — 2; производительность одного дробеметного аппарата — 160 кг/мин

Барабан очистной 323М

Назначение и принцип действия те же, но масса очищаемых отливок — 2—80 кг

Объем загрузки — 0,3 м³, максимальный размер отливок 0,4 м; производительность очистки чугунных отливок — 2—3,2 т/ч; стальных отливок — 1—1,6 т/ч, число дробеметных аппаратов — 1; производительность дробеметного аппарата — 160 кг/мин

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
Барaban очистной 42223, 42213	
Дробеметный барабан периодического действия с ленточным подом из шпиральной транспортерной ленты, предназначен для очистки хрупких и мелких отливок с наибольшей массой 0,04 т. Стойкость ленты около 2000 ч	Объем загрузки — 0,3 м ³ ; максимальный размер отливок — 0,4 м; производительность очистки чугунных отливок — 3—4,5 т/ч, стальных отливок — 2—3 т/ч, число дробеметных аппаратов — 1; производительность дробеметного аппарата 250 кг/мин
Барaban очистной 42322 (3i7M2)	
Дробеметный барабан непрерывного действия, предназначен для очистки мелких отливок	Максимальная масса очищаемых отливок — 25 кг; максимальный размер отливок — 400 мм; производительность очистки чугунных отливок — 3,5—7 т/ч; стальных — 2—4 т/ч
Барaban очнстной 42313	
То же	Максимальная масса очищаемых отливок — 40 кг; максимальный размер отливок — 550 мм; производительность очистки чугунных отливок — 10 т/ч, стальных — 4—7 т/ч
Стол очистной 345М	
Очистка отливок производится на непрерывно вращающемся столе потоком дробы, вылетающей из двухдисковой дробеметной головки. Отработанная дробь подается шнековым транспортером в ковшовый вертикально расположенный элеватор, поднимающий ее в воздушный сепаратор. Из сепаратора очищенная дробь поступает в дробеметный аппарат	Диаметр стола — 1,6 м; наибольшая масса отливок 0,15 т; максимальные размеры отливок — 0,45×0,4×0,3 м; производительность — 1,65 т/ч; частота вращения стола — 0,37—0,55 об/мин
Стол очистной 347М	
Назначение и принцип действия те же	Диаметр стола — 2,5 м; наибольшая масса отливок — 0,3 т; максимальные габаритные размеры отливок 0,6×0,5×0,4 м; грузоподъемность стола — ТС(104Н) 1,2; время очистки одной отливки без кантовки — 2—5 мин, частота вращения стола — 0,42—0,62 об/мин

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Стол очистной 352 (периодического действия)

Отличается от очистного стола модели 347 наличием на поворотном столе четырех вращающихся тарелок. При повороте стола одна пара тарелок с отливками устанавливается на позицию очистки, вторая пара тарелок, расположенная вне зоны действия дробебетных аппаратов, на позицию загрузки — разгрузки. Очистка деталей дробебетными аппаратами

Диаметр стола — 2,5 м; диаметр тарелок — 0,8 м; наибольшая масса отливки — 0,3 т; максимальные габаритные размеры отливок — 0,55×0,55×0,4 м; наибольшая вместимость одной тарелки — 0,3 т; время одного цикла очистки — 1—4 мин; число дробебетных головок — 2

Стол очистной 353М (периодического действия)

Отличается от очистного стола модели 352 наличием трех тарелок, одна из которых находится на поворотной загрузке — разгрузке, две — в зоне действия дробебетных головок. Стол поворачивается на угол 120°

Диаметр стола — 3,2 м; диаметр тарелок — 1,3 м; максимальные габаритные размеры отливок — 0,9×0,9×0,6 м; наибольшая вместимость одной тарелки — 0,53 т; время одного цикла очистки без кантовки отливок — 1—5 мин; число дробебетных головок — 2

Дробебетно-дробеструйная камера ДК-10М (периодического действия)

Предназначена для очистки крупных отливок, которые загружают на тележку, закрываемую на поворотный круг камеры. Закрывают двери камеры, включают поворотный круг и дробебетные аппараты. После очистки проверяют качество обработанных поверхностей (при необходимости производят дополнительную очистку). Дробь и отходы через отверстия в полу камеры поступают в бункер, из которого шнековым транспортером подаются в элеватор, а затем в сепаратор. Очищенная дробь попадает в дробебетные аппараты. Специальная блокировка исключает включение дробебетных аппаратов при открытых дверях камеры

Наибольшие размеры отливок (по диагонали и высоте) — 2,5×1,0 м; наибольшая масса отливки — 3,0 т; диаметр поворотного круга — 2,0 м; частота вращения круга — 0,9 об/мин; грузоподъемность тележки — 3,0 т; длина и ширина грузовой площадки тележки — 1,8 м; скорость передвижения тележки — 9,3 м/мин; количество аппаратов — 1 дробебетный + 2 дробеструйных

Дробебетно-дробеструйная камера 372М

Назначение и принцип действия те же

Внутренние размеры камеры — 3,8×3,8×2,25 м; наибольшая масса отливки — 3 т; диаметр поворотного круга — 2,5 м; производительность — 5 т/ч; количество аппаратов — 3 дробебетных + 1 дробеструйный

Назначение и принцип действия	Техническая характеристика
-------------------------------	----------------------------

Дробебетная камера 374С (челночного типа)

То же

Внутренние размеры камеры — $9,0 \times 4,5$; наибольшая масса отливок — 12 т, диаметр поворотного круга — 3,5 м; производительность — 4 т/ч; количество аппаратов — 10 дробебетных

Дробебетная камера 42612 (проходная)

То же

Внутренние размеры камеры $4,5 \times 4,5$; наибольшая масса отливки — 6 т; диаметр поворотного круга — 3,2 м; производительность — 7,4 т/ч; количество аппаратов — 2 дробебетных

Дробебетная камера 375С

Камера проходного типа непрерывного действия с подвесным цепным конвейером и вращающимися в зоне очистки подвесками. Загрузка и разгрузка конвейеров производятся вне зоны действия дробебетных аппаратов

Производительность — 100 подвесок/ч; наибольшие габаритные размеры отливок — $0,6 \times 0,6 \times 0,7$ м; число дробебетных аппаратов — 6; скорость движения конвейера — 9,6 м/мин; частота вращения подвесок в зоне очистки — 16 об/мин; время выдержки отливок под потоком дробы до 15 мин

Дробебетная камера 376

Аналогичная дробебетной камере модели 375, но предназначена для очистки отливок массой до 0,32 т. Выпускают несколько модификаций, отличающихся числом дробебетных аппаратов — 3, 6, 9 или 12

Максимальная производительность камер 376 при соответствующем числе дробебетных аппаратов — 27, 50, 70, 90 подвесок/ч

Дробебетная камера 378

Аналогичная предыдущим моделям, но предназначена для отливки массой до 1,25 т. Выпускают несколько модификаций, отличающихся числом дробебетных аппаратов — 6, 9 или 12

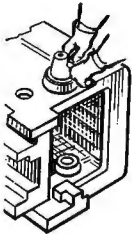
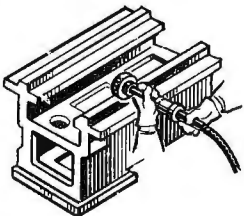
Максимальная производительность при соответствующем числе дробебетных аппаратов — 14, 19, 23 подвесок

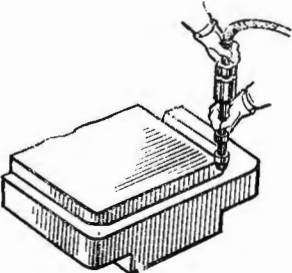
§ 48. Обрубка и зачистка отливок

Одной из наиболее тяжелых и трудоемких технологических операций в литейном производстве является обрубка и зачистка отливок. При обрубке от отливок отделяют элементы литниковой системы, заливки по разъему формы, контуру знаков и в окнах, а также всевозможные неровности поверхностей отливок. Обрубку выполняют пневматическими молотками с использованием зубил. Для удаления заливок применяют воздушно-дуговую резку. При резке металл расплавляется электрической дугой и удаляется направленной струей сжатого воздуха. При изготовлении отливок из цветных сплавов для обрезки выпоров литников используют ленточные пилы моделей ЛС80, ЛС70-3, ЛС70-1, ЛС70-2 и дисковые пилы.

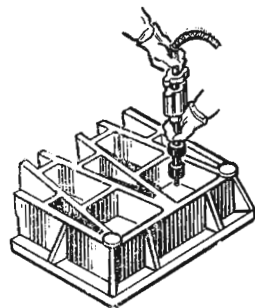
Зачистку отливок выполняют шлифовальными машинками (табл. 151) и другим обдирочно-шлифовальным оборудованием (табл. 152, 153). Для зачистки мелких отливок применяют стационарные обдирочно-шлифовальные станки одно- и двустороннего исполнения (табл. 154). В некоторых случаях для зачистки крупных отливок используют подвесные обдирочно-шлифовальные станки. Прибыли и литники мелких и средних отливок удаляют на механических отрезных станках или газовой резкой. В условиях массового производства для зачистки отливок средних размеров применяют полуавтоматические и автоматические линии (табл. 155).

151. Выбор типа пневматических шлифовальных машинок и абразивов для заточки отливок

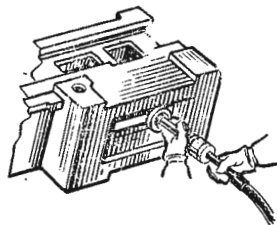
Расположение мест, подлежащих заточке	Графическое изображение выполняемых операций	Шлифовальная машинка				Применяемый абразив			
		Тип	Краткая техническая характеристика			Обозначение, ГОСТ 2424—75	Допускаемый износ абразива		
			мощность, кВт	давление воздуха в сети, кПа	число оборотов при рабочем ходе, об/мин		масса без шлифовального круга, кг	по диаметру, мм	по высоте, мм
<p>На наружных и внутренних необрабатываемых черных поверхностях, легкодоступных для подвода шлифовальных машинок с абразивами</p>		Торцовая ИП-2203	1,30	500	3400	4,3	ПВ 125×50×32	90	28
<p>На наружных и внутренних поверхностях, подвергаемых механической обработке, легкодоступных для подвода шлифовальных машинок с абразивами</p>		Радиальная ИП-2014А	1,30	500	4500	6,0	ПП 150×25×32	80	—

Расположение мест, подлежащих заточке	Графическое изображение выполняемых операций	Шлифовальная машинка				Применяемый абразив			
		Тип и модель	Краткая техническая характеристика				Обозначение, ГОСТ 2424—75	Допускаемый износ абразива	
			мощность, кВт	давление воздуха в сети, кПа	число оборотов при рабочем ходе, об/мин	масса без шлифовального круга, кг		по диаметру, мм	по высоте, мм
В выемках, углублениях, заходах на наружных и внутренних необрабатываемых поверхностях		Радиальная ИП-2015	0,75	500	4500	3,5	ПВ 60×50×20	40	25
		Радиальная ИП-2009А	0,45	600	9000	1,9	ПВ 40×40×13	22	26

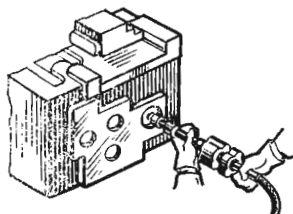
По торцам ребер, перемычек, кронштейнов



В окнах и отверстиях или со стороны прямоугольника до 200 мм, расположенных на внутренних поверхностях отливок



То же, но со стороны прямоугольника более 200 мм



Торцовая
ИП-2203
Радиальная
ИП-2014А
Радиальная
ИП-2015

1,30
1,30
0,75

500
500
600

3400
4500
3600

4,3
6,0
3,5

ПВ 125×50×32
ПП 150×25×32
ПВ 40×40×13

90
80
22

28
26

Радиальная
ИП-2009А

0,45

600

9000

1,9

ГЦ 20×32×6
Гсв 25×40×6

12

20

Радиальная
ИП-2014А
Радиальная
ИП-2009А
Радиальная
ИП-2015

1,30
0,45
0,75

500
600
500

4500
9000
4500

6,0
1,9
3,5

ПП 150×25×32
ПВ 40×40×13
ПВ 60×50×20

40
22
40

29
26
25

Примечание. Характеристика абразивов: зерно № 50—80 (ГОСТ 3647—80), твердость СТЗ, СТ2, СТ1 (ГОСТ 18118—79).

152. Техническая характеристика пневматических шлифовальных ручных машин

Модель	Максимальный диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин		Максимальная мощность на шпинделе, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса без шлифовального круга, кг
		на холостом ходу	под нагрузкой			
Прямые						
ПШ-1М	6	90000	—	0,06	∅ 47×185	0,32
ПШТ-3	12	25000	—	0,03	∅ 82×400	1,2
ИП2009А	63	12700	9000	0,45	440×80×65	1,9
ИП2013	63	12700	9500	0,45	490×75×62	2,5
ИП2015	100	7600	4500	0,75	510×115×93	3,5
ИП2014А	150	5100	4500	1,30	565×164×127	6,0
Торцовые						
ИП2203	125	4580	3400	1,30	320×150×200	4,3
ШРТМ	150	3500	—	1,2	320×180×205	7,5
ИП2204А	175	8500	7000	1,5	275×250×215	4,5
ИП22006	225	6500	6000	1,7	305×270×235	5,6
Угловые						
ИП2102	175	8500	7000	1,5	362×260×175	4,6
ИП2103	225	6500	6000	1,7	365×300×200	7
УЗМ-100	100	—	4500	0,4	280×105×73	1,5
УЗМ-150	150	—	3200	0,6	370×157×82	2,7
УЗМ-200	200	—	2400	1,0	388×208×90	3,2

153. Техническая характеристика электрических шлифовальных ручных машин

Модель	Диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Электродвигатель				Габаритные размеры, мм	Масса (без кабеля и круга), кг	
			потребляемая мощность, Вт	частота вращения ротора, об/мин	напряжение, В	частота тока, Гц			
Прямые									
ИЭ-2002	150	3160	Асинхронный с короткозамкнутым ротором	800	11600	36	200	585×166×158	5,2
ИЭ-2003	200	2750	То же	400	2750	220	50	480×247×214	9,5
ИЭ-2004А	150	3800	АП-33-А	800	11600	36	200	585×166×158	5,5
ИЭ-2005	100	5450	Однофазный коллекторный	400	—	220	50	533×122×112	4,75
ИЭ-2006А *	125	11700	АП-43-М	1600	11700	36	200	590×140×125	7,5
ИЭ-2007	40	19000	Однофазный коллекторный	600	—	220	50	510×100×82	3,0
ИЭ-2008	63	12000	То же	600	—	220	50	576×86×86	β,8
Угловые									
ИЭ-2102А *	225	6800	АП-43-А	1600	11700	36	200	467×288×184	8,2
ИЭ-2103А *	175	8500	АП-43-А	1600	11700	36	200	467×262×184	8,0

* Окружная скорость круга 80 м/с.

154. Стационарные обдирочно-шлифовальные станки

Станок	Диаметр шлифоваль- ного круга, мм	Окружная скорость шлифовального круга, м/с
ЗМ636 (стационарный двустороннего исполнения)	600	27—32
3437П (стационарный правого и левого исполнения)	750	50
3435	500	50
3436	600	50
3374К (подвесной)	400	40
ЗА382 (с гибким валом)	200	—

155. Линии для зачистки отливок

Линия	Производитель- ность, отливок/ч	Число вращения оборотов шпинделей шлифоваль- ных голо- вок, об/мин	Время обработки отливок, с	Число стальных дисков (или шлифоваль- ных голо- вок)	Загрузка отливок	Выгрузка отливок
И694 (полуавтоматическая)	32	—	90	1 (8)	Вручную	Автоматически
Автоматическая конструкции НИИ тракторосельмаш)	50	1450	—	—	Автоматически	Автоматически

§ 49. Грунтование отливок

Перед отправкой потребителю отливки грунтуют с целью защитить их поверхности от коррозии. Продолжительность защитного действия грунтовки зависит от условий хранения отливок; при хранении отливок в помещениях склада срок действия грунтовки — 25—30 дней, при хранении отливок на открытых площадках склада точечная коррозия появляется уже на 5—15-й день в зависимости от влажности атмосферы. Если срок защитного действия грунтовки истек, то перед окончательным нанесением лакокрасочных покрытий (табл. 156) отливку вновь очищают и грунтуют.

Лакокрасочные материалы перемешивают в краскомешалках, в которые поочередно заливают грунтовку, растворитель (уйт-спирит, ксилол или сольвент каменноугольный), сиккатив. Затем перемешанные и доведенные до рабочей вязкости грунтовки разливают в тару и развозят по рабочим местам. На рабочих местах в краскомешалках меньшей вместимости грунтовки непрерывно перемешиваются с целью предотвратить образование осадка. Наиболее прогрессивным способом приготовления и использования грунтовок на рабочих местах является процесс механизированного приготовления и раздачи их по рабочим местам трубопроводом. Грунтовка постоянно циркулирует по замкнутой системе, что исключает расслоение их компонентов и сокращает трудоемкость приготовления и раздачи.

Перед грунтованием поверхности очищают от грязи, песка, пыли и графитовых налетов, из карманов и камер отливок удаляют дробь. Промывают и обезжиривают отливки в уйт-спирите или в щелочном растворе (состав, г/л: едкий натр — 10, тринатрийфосфат — 15, жидкое стекло — 4). После промывки в уйт-спирите отливки сушат 15—30 мин на воздухе при комнатной температуре.

156. Основные лакокрасочные материалы

Материал	Назначение	Применяемый растворитель	Рабочая вязкость при $t = 18 \div 23^\circ\text{C}$	
			для кисти	для пульверизатора
Грунт ГФ-020, ГФ-032	Грунтование отливок обычного назначения	Ксилол (ГОСТ 9949—76), сольвент каменноугольный (ГОСТ 1928—79) или смесь одного из них с уайт-спиритом (ГОСТ 3134—78*) в соотношении 1 1	22—30	18—24
Грунт ФЛ-03к (ГОСТ 9109—81)	Грунтование отливок, работающих в тропических условиях	То же	22—25	18—20
Грунт ФЛ-086 (ГОСТ 16302—79)	Грунтование отливок из алюминиевых сплавов и стали, работающих при температуре до 200°C	Ксилол или смесь ксилола с уайт-спиритом в соотношении 1 1	—	14—16
Битумный лак БТ-577 (ГОСТ 5631—79)	Временное защитное покрытие отливок из черных сплавов, подвергающихся термообработке (при термообработке выгорает)	Уайт-спирит, ксилол, сольвент каменноугольный (ГОСТ 1928—67)	20—24	20—25

Примечания: 1. Перед грунтованием в состав грунтовок ФЛ-03к и ФЛ-086 вводят 4% (от массы грунтовки) сиккатива № 63 или № 64 (ГОСТ 1003—73). 2. Сольвент каменноугольный и ксилол применяют для обезжиривания и промывки отливок.

Промывку отливок в щелочном растворе выполняют так: обезжиривают их 2—3 мин струйным методом при $t = 70 \div 80^\circ\text{C}$, дважды промывают горячей водой при $t = 80^\circ\text{C}$ в течение 1—2 мин и сушат 5 мин (сушка искусственная при $t = 100^\circ\text{C}$). Отливки промывают и обезжиривают в моечной машине (отливки массой до 1200 кг) или кистью.

Слой грунтовки наносят пульверизатором (0,45, А-31), кистью или окунанием (отливки массой до 20 кг), а также в камерах проходного или тупикового типа и на подвесных конвейерах. Сушат слой грунтовки на стеллажах (естественная сушка: $t = 18 \div 23^\circ\text{C}$, продолжительность 48 ч — для грунтовок ГФ-020, ГФ-032, 24 ч — для грунтовок ФЛ-03к, ФЛ-086) и в сушильных камерах проходного или тупикового типа (искусственная сушка: $t = 18 \div 23^\circ\text{C}$, продолжительность 40—45 мин).

Для грунтования отливок применяют также установки безвоздушного нанесения (УБР), принцип действия которых основан на создании высокого давления над поверхностью грунтовок в специальном устройстве. К основным преимуществам этого способа грунтования отливок по сравнению с пневматическим относят: сокращение расхода грунтовок до 25%, уменьшение потребной мощности, вентиляционной системы и возможность окраски отливок вне камер, повышение производительности труда.

ГЛАВА IX

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ДЕФЕКТЫ ОТЛИВОК

§ 50. Технический контроль

Контроль за качеством выпускаемых отливок осуществляет отдел технического контроля (ОТК). Работа контролеров ОТК, как правило, специализирована и каждое подразделение отдела выполняет строго определенные функции, к которым относятся:

контроль качества изготовления и эксплуатационного состояния технической оснастки;

контроль качества изготовления модельных комплектов;

входной контроль качества основных и вспомогательных материалов;

выборочный пооперационный контроль исполнения технологического процесса;

контроль качества готовых отливок.

За исключением контроля качества готовых отливок, перечисленные выше функции ОТК строго не регламентированы и определяются внутренней структурой производства, различными инструкциями и положениями.

Основанием для контроля качества готовых отливок (табл. 157, 158) служат ГОСТы, действующие технические условия, чертежи на отливку со специальными конструктивными и технологическими требованиями к ней.

157. Виды контроля отливок

Характеристика контроля	Периодичность контроля
-------------------------	------------------------

Контроль размерной точности

Отливки проверяют на соответствие их чертежу. Контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, циркулем, шаблонами и другим инструментом

Проверяют каждую первую партию отливок после смены модельного комплекта, периодичность контроля последующих партий устанавливают, исходя из конкретных условий производства (материала модели, серийности заказа, массы отливки и т. д.)

Контроль внешнего вида качества поверхности отливок. Выявление дефектов

Контроль выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям; в некоторых случаях (при серийном и массовом производстве) — с использованием отливки-эталона; шероховатость поверхности (ГОСТ 2789—73) определяют по специальным образцам. Дефекты отливок выявляют выборочной механической обработкой, магнитной дефектоскопией, рентгеновским способом контроля и др.

Периодичность контроля устанавливают в соответствии с техническими условиями отрасли или технологическими инструкциями предприятия. Из крупных отливок проверяют каждую, мелкие и средние — выборочно (30—70% их объема)

Характеристика контроля	Периодичность контроля
Контроль механических свойств	
Прочность отливок определяют по специальным отлитым образцам, приливам отливок и вырезанным из отливок образцам. Твердость определяют на отливке и в некоторых случаях на образцах, вырезанных из отливки	На прочность проверяют каждую партию отливок; на твердость — каждую крупную отливку, средние и мелкие отливки контролируют выборочно в соответствии с технологическими инструкциями
Контроль микроструктуры	
Микроструктуру отливок проверяют по стандартным образцам — приливам и по вырезанным из отливок образцам. Из образцов изготавливают шлифы	Контролю подвергают все ответственные отливки, отливки общего назначения проверяют выборочно в соответствии с технологической инструкцией
Контроль химического состава	
Отлитые образцы или стружку отливок проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа	Проверяют каждую партию отливок
Контроль на гидропроницаемость	
Испытание проводят на стендах. В испытываемую полость наливают жидкость (воду, керосин) до требуемого уровня. Места течи определяют визуально. Отливки, работающие под давлением, испытываются после механической обработки	Проверяют каждую отливку, если требуется по техническим условиям
Контроль на соответствие отливки специальным конструкторским и технологическим требованиям	
Проверяют точность некоторых геометрических размеров (например, мест сопряжения); наличие специальных транспортировочных скоб, цапф, рым-болтов, а также технологических приливов, перемычек, напусков; контролируют покрытие отливок специальными грунтами, их жаростойкость и другие параметры. Основанием для контроля является чертеж литой детали	Проверяют каждую крупную отливку, средние и мелкие отливки выборочно в соответствии с техническими условиями и технологическими инструкциями предприятия
Контроль массы	
Отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность	Периодичность контроля устанавливают в соответствии с техническими условиями отрасли

158. Неразрушающие методы контроля отливок из магнитных металлов и их сравнительная оценка

Основные варианты методов неразрушающего контроля	Целесообразность метода контроля по видам дефектов					
	рубцы	поверхностные трещины	внутренние усадочные трещины	пористость	внутренние пустоты	отклонения по толщине
Методы проникающей радиации						
Рентгенография	—	+*	—	—	—	+
Рентгеноскопия	+	—	+	+	+	—
Радиоактивные изотопы	—	+*	—	—	—	+
Ультразвуковые методы						
Контактный эхо-метод:						
нормальные лучи	+	—		+	+	+
сдвиговые волны	+	—	+	+	+	—
поверхностные волны	+	—	—	—	—	—
Иммерсионный эхо-метод:						
нормальные лучи	+	—	+	+	—	—
наклонные лучи	+	+	+	+	—	—
поверхностные волны	—	+	—	—	—	—
Метод:						
теневого	+	—	+	+	—	—
резонансный	—	—	—	+	+	—
собственной частоты	—	+	+	—	—	—
Магнитно-порошковые методы						
Метод при переменном токе:						
мокрым	+	+	—	—	—	—
сухой	+	+	—	—	—	—
Метод при постоянном токе:						
мокрым	—	—	+	—	—	—
сухой	—	—	+	+	+	—
Электромагнитные методы						
Метод:						
вихревых токов	+	+	+	—	—	+
магнитного поля	+	+	+	+	+	+
определения полей рассеивания (феррозондовый)	+	+	—	+	—	—
на постоянном токе	—	+	—	—	+	+
Методы проникающих жидкостей						
Метод:						
проникающих красителей	+	+	—	+	—	—
люминесцентных проникающих жидкостей	+	+	—	—	—	—

Примечания: 1. Знаком «+» отмечена целесообразность выявления дефекта соответствующим методом, знаком «—» — нецелесообразность. 2. Знаком «*» помечена эффективность метода контроля при условии, если луч направлен параллельно трещине.

§ 51. Дефекты отливок

Дефекты отливок подразделяют на четыре группы (табл. 159). Способ исправления их выбирают в зависимости от вида и характера дефекта. Например, некоторые отклонения отливок по геометрии, пригар, залив и другие дефекты исправляют дополнительной обрубкой, очисткой, зачисткой и механической обработкой. К наиболее сложным способам исправления (табл. 160) отливок относится сварка.

159. Группа дефектов

Вид дефекта	Отличительные признаки дефекта	Основные причины возникновения
-------------	--------------------------------	--------------------------------

Дефекты поверхности

<p>1) Шероховатость, 2) пригар, 3) поверхностное окисление, 4) ужимины, 5) спай, 6) заливы, 7) нарост</p>	<p>Грубая (шероховатая) поверхность, сквозные или поверхностные с закругленными краями щели в теле отливки, канавки или впадины на плоскостях, образованные прослойкой формовочного материала и прикрытые слоем металла, различные по величине и расположению ребра, выступы, приливы, не предусмотренные чертежом</p>	<p>Не соблюдение технологии приготовления формовочных и стержневых смесей, технология изготовления форм и стержней, низкая температура расплава, малая скорость заливки форм</p>
---	--	--

Дефекты размеров, формы и массы

<p>1) Недолив, 2) сдвиг, 3) разностенность, 4) коробление, 5) вылом, 6) подутость, 7) перекося и др.</p>	<p>Произвольные формообразования на отливки, полученные в результате искажения геометрии модельного комплекта, формы и стержня</p>	<p>Понижение жидкотекучести сплава, недостаточный напор и малая порция расплава, утечка расплава из формы, затрудненная усадка отливки. Плохое состояние технологической оснастки и др.</p>
--	--	---

Дефекты тела отливок

<p>1) Трещины горячие, 2) трещины холодные, 3) раковины газовые, 4) раковины песчаные, 5) раковины усадочные, 6) раковины шлаковые, 7) вскип</p>	<p>Сквозные или несквозные разрывы в теле отливки, имеющие окисленные и неокисленные поверхности; открытые или закрытые полости в теле отливки, заполненные неметаллическими включениями</p>	<p>Нетехнологичность конструкции отливки, недостаточная податливость стержней, отклонение расплава от химического состава, ранняя выбивка отливки из форм, недостаточное питание отливки при охлаждении, слабое или неравномерное уплотнение форм, стержней, плохая вентиляция</p>
--	--	--

Вид дефекта	Отличительные признаки дефекта	Основные причины возникновения
-------------	--------------------------------	--------------------------------

Дефекты материалов

1) Несоответствие по химическому составу, 2) несоответствие по структуре, 3) несоответствие по механическим свойствам, 4) несоответствие по специальным свойствам

Повышенное или пониженное по сравнению с заданным содержанием химических элементов отклонение по величине, форме, строению или распределению в сплаве структурных составляющих, пониженные по отношению к норме механические показатели; наличие твердых мест в отливке, не поддающихся механической обработке

Неправильно назначен или исполнен технологический процесс изготовления отливки (отсутствие холодильников, питающих бобышек, прибылей и т. д.). Неправильная шихтовка, не соблюдается технология плавки и др.

160. Способы исправления дефектов

Характеристика	Назначение
----------------	------------

Дуговая сварка

Горячая сварка. Дефектное место тщательно разделяется до полного удаления пораженного слоя металла. Отливку нагревают в печи, газовом горне или переносной газовой горелкой до $t = 350 \div 700^\circ \text{C}$. Объем раковины заполняют наплавляемым металлом (должен быть близким по химическому составу к материалу отливки). Наплавляемый металл поддерживают некоторое время в жидком состоянии с целью выравнять химический состав и удалить неметаллические включения. После сварки отливку или дефектное место вновь нагревают до первоначальной температуры и затем медленно охлаждают.

Холодную сварку выполняют без нагрева с предварительной тщательной подготовкой и разделкой пораженного места отливки. Наплавка металла — однослойная или многослойная валиками, по необходимости с подчеканкой

Исправляют (до механической обработки) сквозные дефекты стенок отливок, испытывающих динамические нагрузки; неплотности стенок резервуаров с рабочим давлением более 600 кПа, дефекты обрабатываемых поверхностей, работающих на трение и износ. После механической обработки (шабровки, шлифовки или чистой обработки резцом) исправляют дефекты любых поверхностей

Исправляют дефекты неотвеченных мест отливки, испытывающих механические нагрузки, отливки, имеющие несквозные и сквозные трещины в жестких сечениях; дефекты стенок резервуаров с рабочим давлением до 600 кПа; несквозные дефекты средних и больших размеров на обрабатываемых нерабочих местах отливки (неподвижные сопряжения, места определяющие внешний вид, и др.)

Характеристика	Назначение
----------------	------------

Газоплазменная наплавка

В качестве горючего газа используют ацетилен, природный газ, пропан-бутан. Присадочный материал должен быть близким по составу к основному металлу отливки. В необходимых случаях отливку или ее часть нагревают в печи, горне. Местный нагрев выполняют пламенем сварочной горелки

Исправляют сквозные дефекты стенок отливок, испытывающих динамические нагрузки; неплотности стенок резервуаров с рабочим давлением более 600 кПа; несквозные и сквозные дефекты крупных размеров на обрабатываемых нерабочих местах отливки; любые дефекты на поверхностях отливки; подвергающиеся шпайровке, шлифовке, чистовой обработке резцом, поверхностной закалке

Сварка - пайка

Сварку-пайку выполняют с предварительным местным нагревом до $t = 300 \div 400^\circ \text{C}$ поверхности отливки или без нагрева. Нагревают отливку пламенем сварочной горелки или индукционными токами промышленной частоты. Дефектное место отливки тщательно разделяют до полного удаления пораженного слоя металла. Заваренное место засыпают сухой землей или накрывают асбестом с целью снизить скорость охлаждения. При необходимости исправленную отливку вторично нагревают до $t = 350 \div 450^\circ \text{C}$ с последующим охлаждением

Исправляют отдельно расположенные раковины небольших размеров на механически обработанных поверхностях отливки, а также раковины средних размеров отливки несложной конфигурации

Заделка раковин пробками

Раковину рассверливают до минимально допустимого размера, нарезают в отверстие резьбу и ввертывают металлическую вставку, которую заваривают или чеканят. Затем обрабатывают вставку заподлицо с телом отливки

Исправляют отдельно расположенные раковины мелких размеров

Заделка замазками, мастиками и пастами

Дефектное место вырубает или высверливают. Обработанную поверхность обезжиривают уайт-спиритом (или растворителем) и сушат. Замазку, мастику или пасту наносят шпателем. После затвердевания замазки, мастики или пасты исправленное место зачищают слесарной пилой, наждачным кругом, шкуркой, обдувают сжатым воздухом и грунтуют. Широко применяют замазки на основе

Заделывают ужимины, несквозные раковины на нерабочих поверхностях и поры глубиной не более $\frac{1}{3}$ толщины стенки

Характеристика	Назначение
эпоксидной смолы. Состав пасты: 35—48% жидкого стекла; 35—50% маршалита; 0—10% графита; порошок марок ПЖН или ПЖСМ 0—7%, шлак феррохромовый 5—7%	

Пропитка

В поры отливки под давлением 2500—3000 кПа запрессовывают бакелитовый лак и сушат его 40—48 ч при комнатной температуре и 2—3 ч при $t = 170 \div 180^\circ \text{C}$. Поры заделывают также погружением отливки в соляной, аммиачный раствор и жидкое стекло. Отливки пропитывают 5—10 ч

Устраняют поры в каналах отливки, подвергающихся гидравлическим испытаниям

Учет и анализ брака. Заключительной операцией контроля отливок является приемка. При приемке качество готовых отливок оценивают по точности размеров, шероховатости, механическим свойствам (прочности, твердости), макро- и микроструктуре, специальным свойствам (магнитным, теплопроводности, электропроводности), химическим свойствам (коррозионной стойкости), специальным технологическим свойствам (жаропрочности, жаростойкости). Объем требований к качеству металла определяется стандартом или ТУ. Требования, не предусмотренные стандартом, вводятся в ТУ по согласованию с заказчиком. Отливки принимаются техническим контролером в соответствии с чертежом, литейной технологией, стандартом предприятия.

Механические свойства контролируют на выбранных деталях или по пробам. По результатам контроля делается заключение о качестве всей партии. Принятая годная продукция отправляется на склад с сопроводительным талоном качества. Брак классифицируют по видам.

Химический состав каждой плавки проверяют по свидетельствам ЦЗЛ и сравнивают со стандартом предприятия.

Размеры отливок проверяют в зависимости от их назначения, масштабное производство. Для этого размечают только первые отливки или несколько из партии, или все отливки. На принятую продукцию обязательно ставят клеймо ОТК.

Каждая партия отливок должна сопровождаться документом — актом, сертификатом.

К отливкам из чугуна предъявляют следующие требования. Их поверхность не должна иметь пригара, механических повреждений и дефектов, снижающих прочность и ухудшающих товарный вид. Площадь дефектов на необрабатываемых поверхностях (раковин, засоров и др.) не должна быть больше установленной по технической инструкции. Допускаются остатки металлизированного пригара в углах, карманах и других труднодоступных для очистки местах, если это не влияет на качество детали. На обрабатываемых поверхностях не допускаются дефекты, превышающие припуск на обработку резанием. Отклонение от заданной твердости, если оно не оговорено, при отсутствии отклонений во время механических испытаний не может служить причиной бракования отливок.

Для организации работ по устранению брака ОТК должно иметь систематизированные сведения о видах брака, причинах и виновниках. Брак оформляют

соответствующими документами — извещениями о браке. Определяют процент брака по отдельным причинам (общий брак принимают за 100%).

В целях систематической работы по повышению качества отливок, снижению брака в цехе должна быть организована площадка брака. На этой площадке собирают все бракованные отливки, изготовленные в цехе за смену или сутки. Ежедневно в присутствии технического руководителя цеха, начальников смен, участков, мастеров и представителей ОТК производится анализ брака.

Целями анализа являются своевременное и полное выявление всех случаев появления брака; эффективная борьба с браком путем выявления бракованных деталей, а также операций, где процент брака значителен; выявление конкретных виновников для принятия мер по усилению ответственности, материальному возмещению убытков за счет виновников для укрепления дисциплины среди работающих; получение информации о недостатках в работе производственных участков, машин, агрегатов для принятия соответствующих мер; получение статистических материалов для составления месячных, годовых, квартальных отчетов по качеству продукции.

Брак может возникнуть по техническим или организационным причинам. Техническими причинами считают наличие ошибок и неточностей в чертежах или ТУ, неправильно выбранный технологический процесс получения отливок, неправильную эксплуатацию оборудования и т. п. К организационным причинам относятся неправильный инструктаж, низкая квалификация рабочих, нарушение технологической дисциплины, сроков снабжения материалами и т. п.

Правильно и своевременно определить причину брака важно для устранения этой причины. Работа затрудняется при появлении одного вида брака по нескольким причинам. Замеченный на любой операции брак должен быть изолирован и рассортирован на исправимый и неисправимый. С целью уменьшения брака необходим более широкий контроль всех операций технологического цикла. Причины брака подразделяют на систематические и случайные. К систематическим относят износ и ослабление крепления оснастки и др. Они могут быть устранены профилактическими мероприятиями и периодическим контролем. К случайным — внезапные непредвиденные изменения температуры, влажности, ошибки измерений (выход из строя контрольных средств) и т. п.

На отливки, впервые изготовленные в цехе, оформляют акт проверки их качества.

Статистические методы контроля включают в себя статистическое регулирование технологических процессов и статистический приемочный контроль.

Статистическое регулирование основано на исследовании точности и стабильности технологических процессов. При этом изучают основные закономерности протекания технологических процессов, устанавливают причины получения некачественной продукции, связь между значениями параметров технологического процесса и качеством отливки. Например, связь между химическим составом, температурой металла и качеством заполнения формы или связь между газопроницаемостью и влажностью формовочной смеси и образованием газовых раковин в отливках. Это позволяет определить такие значения параметров технологии, при которых отливки не имеют дефектов, а также отклонения значений параметров, при которых брак неизбежен. Использование методов математической статистики позволяет предсказать вероятность появления отклонений параметров технологического процесса и появления брака. Заведомо осуществляя корректировку параметров технологического процесса, можно предотвратить появление брака.

Статистический приемочный контроль позволяет значительно сократить время на приемку продукции заданного качества. Такой контроль проводят при изготовлении отливок в массовом и крупносерийном производстве. Статистика помогает обнаружить источники и виды ошибок в производственном процессе.

Приемочный статистический контроль проводят различными способами.

1. Из партии выбирают k_1 изделий. Если среди них не более определенного числа дефектных отливок, то принимается вся партия.
2. Из партии выбирают k_1 изделий. Если все k_1 изделий годны, вся партия принимается. Если оказывается одно изделие бракованное, отбирают еще k_1 из-

делий. Если брака нет, вся партия принимается, если во второй выборке обнаруживается еще одно бракованное изделие, то вся партия бракуется.

3. Предположим, что годность изделия определяется размером x , который не должен превышать значения a . Из партии выбирают k_1 изделий, например 5 шт. Для них определяют среднее значение размера $\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_5)/5$. Партия принимается, если $\bar{x} - a < 2,5s$, где $s = \sqrt{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}$ — дисперсия размера x .

Забракованные партии могут быть направлены на сплошной контроль с целью устранения дефектов или на переплавку как неисправимый брак. Объем выборки в случае трудоемкого контроля, а также при использовании разрушающих методов контроля стремятся принять минимальным. Но для повышения надежности объем выборки нужно увеличить. Если принятый объем выборки показывает высокое качество изделий, допускается использовать так называемые облегченные методы контроля с меньшим числом контролируемых отливок. По результатам выборочного контроля ведется анализ показателей качества, определяется комплекс мероприятий для повышения качества продукции.

Статистический анализ отдельных операций технологического процесса, состояния оборудования, качества отливок направлен на регулирование процесса в целом и на своевременное обнаружение начала нарушения процесса и ухудшения качества продукции.

Статистические методы контроля могут быть использованы в массовом производстве (реже в серийном и мелкосерийном). Для каждого типа производства размер партий отливок является определенным и зависит от типа производства, характеристики отливок и т. п.

Производственный персонал должен быть предварительно проинформирован о введении статистических методов, о их сущности, задачах, формах взаимоотношений между контролером и рабочим. Необходимо правильно разработать техническую документацию, т. е. выбрать объем выборки, периодичность проверки. Если процесс нестабилен, отливок контролируют больше.

При использовании диаграммного метода текущего контроля устанавливают объем выборки и контрольные границы для нее более узкие, чем для всей партии. Значения контролируемых характеристик, выходящие за эти границы, сигнализируют о вероятности изготовления в ближайшем времени некачественной продукции. Контролер обязан подать сигнал об этом нарушении и проверить всю партию изделий.

Необходимо систематически анализировать контрольные документы. Это дает возможность предупреждать брак и повышать качество продукции.

При обнаружении брака контролер обязан выписать извещение о браке, в котором цифрами указываются вид, причина, виновники брака, число забракованных деталей. Его подписывают старший контролер и производственный мастер. Брак из-за некачественных материалов должен быть заверен представителем бюро приемки, брак по вине цехов-поставщиков — контрольными мастерами и контролерами этих цехов.

Каждому контролеру выдается номерное клеймо, а каждому БЦК — клеймо определенной конфигурации. Детали клеймятся после проверки их контролерами и сортировки на годные и бракованные. Для клеймения последних существует единое для всех цехов клеймо «брак».

Место клеймения — участок отливки, который не подвергают в дальнейшем обработке резанием и окраске. Это определенное для отливки место указывают на чертежах и в инструкциях. Бракованные отливки клеймят в нескольких местах.

Мелкие отливки в массовом производстве не клеймят. Их укладывают в тару, на которую крепят ярлык, где и ставит свое клеймо контролер БТК литейного цеха.

Все извещения о браке за сутки должны поступать к учетчику при БТК, проверяющему правильность их оформления. После этого извещение о браке передают в бухгалтерию для учета стоимости бракованных отливок. Отрывные талоны извещения о браке являются контрольными и передаются в БТК и в плано-диспетчерское бюро цеха. Одновременно учетчик должен записать число бракованных отливок и их шифры в учетную карту брака по каждому изделию.

Это позволяет анализировать брак по каждому типоразмеру отливок за любой период.

Оперативный разбор причин брака и анализ проводят на ежедневных совещаниях у начальника цеха совместно с БТК и технологическим бюро цеха. При обсуждении ведется протокол, в который заносят предполагаемые технологические мероприятия по предупреждению брака. Эти же мероприятия могут быть записаны на обороте извещения о браке, который остается в БТК. Протокол подписывает начальник цеха или его заместитель. Подробный анализ проводят за декаду, месяц, квартал, год. Данные сравнивают с предыдущими периодами.

Потери от брака ежемесячно подсчитываются бухгалтерией, составляются и годовые сводки по литейным цехам. Учет и анализ брака позволяет оценить не только уровень культуры производства, но и качество, организацию работы БТК цеха.

Для регистрации режимов технологического процесса, проверки работы исполнителей и руководителей участка ведут журналы контроля технологического процесса. В них указывают массу отливок, размеры литниковой системы, тип формочной смеси, холодильники, размеры прибылей, жеребоек, температуру заливки форм и другие параметры. На годную продукцию оформляют карту качества.

С целью выявления наиболее часто встречающихся дефектов систематически оформляют карту дефектов. На ней изображают несколько проекций отливки и условно обозначают появляющиеся дефекты. Отливка может быть разделена на ряд пронумерованных зон, что облегчит обработку результатов контроля. Затем карты обрабатывают — рассчитывают процентное содержание каждого вида дефектов в партии за определенный период времени.

§ 52. Термическая обработка отливок

Процесс термической обработки отливок заключается в их нагреве и охлаждении при определенном режиме. Термическая обработка литых деталей способствует улучшению структуры, повышению механических свойств сплавов, устранению коробления отливок за счет уменьшения внутренних напряжений.

Температурный режим зависит от назначения термообработки, вида сплава, характера и особенностей эксплуатации литой детали. В табл. 161 приведены режимы термической обработки стальных и чугуновых отливок.

161. Режимы термической обработки

Материал	Температура нагрева, °С	Скорость нагрева, °С (не более) или продолжительность нагрева, ч (цифры, взятые в скобки)	Выдержка, ч	Примечание
Низкотемпературный отжиг				
СЧ 35—56	620	100—150	2—4	Охлаждение медленное 10—50° С/ч вместе с печью. Выдержка зависит от толщины стенки. Применяют для снятия внутренних напряжений в отливках
СЧ 32—52	570	100—150	2—4	
СЧ 28—48	570	100—150	2—4	
СЧ 21—40	550	100—150	2—4	
СЧ 15—32	520	100—150	2—4	
Сталь	750—780	120—150	2—8	
Графитизирующий отжиг				
Ковкий чугун (ферритный)	950—1050	(15—25)	25—30	При первой выдержке происходит разложение свободного цементита на аустенит и графит

Материал	Температура нагрева, °С	Скорость нагрева, °С (не более) или продолжительность нагрева, ч (цифры, взятые в скобки)	Выдержка, ч	Примечание
	—	—	3—4	Промежуточное охлаждение в печи до $t = 760—950^{\circ}\text{C}$ с целью предотвратить рост зерен
	720—750	—	5—10	При второй выдержке графитизируется весь углерод. Охлаждение в печи или на воздухе до $t \leq 90^{\circ}\text{C}$ в течение 3—5 ч
Ковкий чугун (перлитный)	950—1050	(15—25)	15—25	Охлаждение в печи или на воздухе до $t \leq 90^{\circ}\text{C}$ в течение 3—5 ч. Нагрев и выдержка зависят от толщины стенки
Высокотемпературный отжиг				
Чугун	850—950	В зависимости от конструкции и массы отливки		Медленное охлаждение с печью. Применяют для выравнивания и смягчения структуры отливки
Сталь	900—1000			
Отпуск				
Чугун	250—500	70—90	1—3	Охлаждение на воздухе. Применяют для снятия закалочных напряжений, повышения вязкости, пластичности, предела выносливости
Сталь	159—600	—	1,5—4	Охлаждение на воздухе. Назначение то же. Виды отпуска: низкий (150—200°С), средний (300—400°С), высокий (500—600°С)
Нормализация				
Чугун	850—950	>100	1—4	Охлаждение на воздухе. Применяют для исправления структуры, получения перлитной металлической основы, повышения механических свойств и износостойкости. Выдержка зависит от толщины стенок отливки и составляет примерно 1 ч на 25 мм
Сталь	800—850	>100	2—3	Охлаждение на воздухе применяют для улучшения микроструктуры, уменьшения внутренних напряжений, повышения механических свойств

ЛИТЕРАТУРА

- Балабин В. В. Изготовление деревянных модельных комплектов в литейном производстве. — М.: Высшая школа, 1971.
- Бречко А. А. и др. Литейные системы и их моделирование. — Л.: Машиностроение, 1975.
- Борсук П. А., Лясс А. М. Жидкие самотвердеющие смеси. — М.: Машиностроение, 1979.
- Вдович Б. Н., Сосненко М. Н. Заливка литейных форм. — М.: Высшая школа, 1977.
- Гиршович Н. Г. Справочник по чугунному литью. — Л.: Машиностроение, 1978.
- Жебин М. И. Ручное изготовление литейных форм. — М.: Высшая школа, 1970.
- Зарапин Ю. А. и др. Стали и сплавы в металлургическом машиностроении. — М.: Металлургия, 1980.
- Кадников Б. Г. Машинная формовка. — Л.: Машиностроение, 1980.
- Каплан А. С. Стандартизация качественной стали. — М.: Металлургия, 1972.
- Клецкин Г. И. и др. Чугунное литье в станкостроении. — М.: Машиностроение, 1975.
- Колобнев И. Ф., Крылов В. В., Мельников А. В. Справочник литейщика. Цветное литье из легких сплавов. — М.: Высшая школа, 1974.
- Орлов Н. Д., Чусин В. М. Справочник литейщика. Фасонное литье из сплавов тяжелых цветных металлов. — М.: Машиностроение, 1971.
- Просьяник Г. В. и др. Изготовление стержней по нагреваемой оснастке. — М.: Машиностроение, 1970.
- Рыбкин В. А. Ручное изготовление литейных форм. — М.: Высшая школа, 1977.
- Сосненко М. Н., Святкин Б. К. Общая технология литейного производства. — М.: Высшая школа, 1975.
- Титов Н. Д. Ручное изготовление стержней для литейных форм. — М.: Высшая школа, 1975.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава I. Технологическая подготовка производства	4
§ 1. Организация технологической подготовки производства	4
§ 2. Основные условия оформления заказа и технологическая разработка	4
§ 3. Этапы проектирования литейной технологии	6
§ 4. Требования к технической документации	7
§ 5. Основные правила проектирования отливок	16
§ 6. Классы точности и припуски на механическую обработку	18
§ 7. Литниковая система	19
§ 8. Расчет литниковых систем	22
§ 9. Прибыли	24
§ 10. Холодильники	25
Глава II. Модельные комплекты	26
§ 11. Классификация модельных комплектов	26
§ 12. Формовочные уклоны и припуски на усадку сплавов	29
§ 13. Деревянные модельные комплекты	30
§ 14. Металлические модельные комплекты	46
§ 15. Пластмассовые модельные комплекты	55
§ 16. Маркировка модельных комплектов	61
Глава III. Формовочные материалы	63
§ 17. Виды и свойства формовочных материалов	63
§ 18. Определение основных свойств формовочных материалов	65
§ 19. Формовочные пески	66
§ 20. Формовочные глины	70
§ 21. Связующие материалы	75
§ 22. Формовочные и стержневые смеси	79
§ 23. Приготовление формовочных и стержневых смесей	88
§ 24. Вспомогательные формовочные материалы	90
Глава IV. Литейные формы	94
§ 25. Формовочный инструмент и приспособления	94
§ 26. Ручная формовка	97
§ 27. Машинная формовка	102
§ 28. Особенности изготовления химически твердеющих форм	106
§ 29. Особенности изготовления форм на автоматах	107
§ 30. Сушка форм	109
Глава V. Литейные стержни	110
§ 31. Классификация стержней	110
§ 32. Изготовление стержней	112
§ 33. Конструкции стержневых каркасов	116
§ 34. Стержневые машины	118

	Стр.
Глава VI. Сборка литейных форм	123
§ 35. Технологические операции сборки	123
§ 36. Контроль сборки	125
Глава VII. Литейные сплавы	125
§ 37. Основные свойства литейных сплавов	125
§ 38. Шихтовые материалы	128
§ 39. Чугуны	131
§ 40. Сталь	144
§ 41. Алюминиевые сплавы	151
§ 42. Магниеые сплавы	151
§ 43. Медные сплавы	151
§ 44. Плавильные печи	151
Глава VIII. Заливка литейных форм и финишная обработка отливок	166
§ 45. Заливка литейных форм	166
§ 46. Выбивка отливок	175
§ 47. Очистка отливок	181
§ 48. Обрубка и зачистка отливок	186
§ 49. Грунтование отливок	192
Глава IX. Технический контроль и дефекты отливок	194
§ 50. Технический контроль	194
§ 51. Дефекты отливок	197
§ 52. Термическая обработка отливок	203
Литература	205



ГЕННАДИЙ ГЕРАСИМОВИЧ АБРАМОВ

СПРАВОЧНИК МОЛОДОГО ЛИТЕЙЩИКА

Редактор Г. В. Садыков. Художник А. И. Шавард. Художественный редактор Л. К. Громова. Технический редактор Т. А. Новикова. Корректор В. В. Кожуткина

ИБ № 3535

Изд. № М-177. Сдано в набор 23.11.82. Подп. в печать 09.02.83. Т-01262.
Формат 60×90^{1/16}. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Объем 13 усл. печ. л. 13,25 усл. кр.-отт., 13,80 уч.-изд. л. Тираж 40 000 экз.
Заказ № 901. Цена 70 коп.

Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Хохловский пер., 7

1

70 коп.

