

37. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВКИ

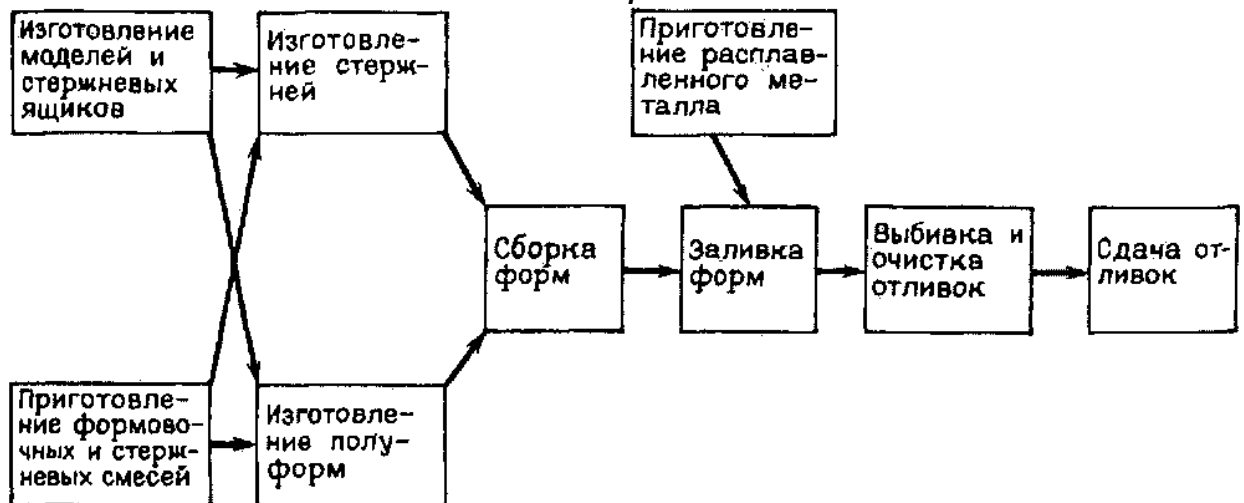


Рис. 77. Схема технологического процесса получения отливок в песчаных формах

Схема технологического процесса изготовления отливки в песчано-глинистые форме включает следующие этапы:

1) изготовление песчано-глинистой формы

а) изготовление формовочных и стержневых смесей

Песчано-глинистая форма изготавливается из **формовочной смеси**, в состав которой входят: **оборотная (отработанная) формовочная смесь**, кварцевый песок, огнеупорная глина, вода техническая, а также добавки – каменный уголь, пылевидный мазут, поверхностно-активные вещества, красители, асбест и др..

Основу стержневых смесей составляет **сухой кварцевый песок**. Связующие материалы: глина, растительные и минеральные масла, сульфитно-спиртовая барда, жидкое стекло, сухие и жидкие смолы с катализаторами.

Конкретный состав песчано-глинистых формовочных смесей (табл.24) зависит от вида заливаемого сплава, толщины стенок и массы отливок, состояния формы перед заливкой (сырые, сухие или подсушенные), назначения (облицовочная, наполнительная, единая).

В табл. 25 приведены типовые составы наиболее распространенных жидкостекольных смесей, которые отверждаются при выдержке на воздухе, тепловой сушке, продувке холодным или горячим воздухом или углекислым газом, а также за счет взаимодействия с отвердителем. Связь между песчинками обеспечивает обезвоженный силикат натрия.

При продувке углекислым газом отверждение жидкостекольных смесей осуществляется в результате протекания химической реакции

Применяется также многочисленная группа **жидкостекольных самоотвердеющих смесей**, отверждение которых осуществляется за счет взаимодействия жидкого стекла и отвердителя.

Формовочные и стержневые смеси должны обладать **свойствами**: пластичность, прочность, огнеупорность, газонепроницаемость, податливость (сжимаемость при усадке металла)

б) изготовление стержней

Особенности полостей отливок, получаемых стержнями. Для того, чтобы обеспечить получение полостей необходимо стремиться к уменьшению количества стержней, упрощению их формы, надежному закреплению, возможности удаления газа.

Минимальные диаметры отверстий получают:

-3-5мм для легких сплавов,
-4-5мм для бронз и латуней,
-5-7мм для чугуна,
-7-10мм для сталей.

Типовые составы формовочных песчано-глинистых смесей Таблица 24

| Назначение смеси | Масса отливки, кг | Толщина стенок, мм | Состав смеси в %, мас. доля | | | | Прочность на сжатие в сыром состоянии, МПа |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|----------------------------|--|
| | | | Формовочный песок | Оборотная смесь | Содержание глины | Добавки | |
| Стальные отливки | | | | | | | |
| Единая для сырых форм | До 100 | До 25 | 6,5-8,0 | 92-90 | 8-10 | ЛСТ 0,5-1,0 | 0,03-0,05 |
| Облицовочная для сырых форм | 100-500 | 25-50 | 20,5-51,5 | 75-40 | 10-13 | ЛСТ до 0,5 | 0,04-0,07 |
| Облицовочная для сухих форм | Св.500 | 50-80 | 15,5-50,5 | 80-40 | 12-14 | ЛСТ до 1,0 | 0,05-0,07 |
| Чугунные отливки | | | | | | | |
| Единая для сырых форм | До 100 | До 25 | 5-15 | 94-84 | 10-12 | Камен. уголь 0,5-1,5 | 0,03-0,08 |
| Облицовочная для сырых форм | До 1000 | До 50 | 25-55 | 70-40 | 9-16 | Камен. уголь 4-5 | 0,04-0,08 |
| Облицовочная для сухих форм | До 10000 | До 100 | 40-60 | 60-40 | 12-16 | Опилки 0 -4 | 0,05-0,08 |
| Отливки из медных сплавов | | | | | | | |
| Единая для сырых форм | До 100 | До 25 | 7-10 | 91-87 | 8-12 | Мазут 1-1,5 | 0,03-0,05 |
| Облицовочная для сухих форм | Св.100 | 25-50 | 20-40 | 80-60 | 10-15 | - | 0,04-0,06 |
| Отливки из алюминиевых сплавов | | | | | | | |
| Единая для сырых форм | - | - | 8-10 | 92-90 | 8-10 | - | 0,03-0,05 |
| Отливки из магниевых сплавов | | | | | | | |
| Единая для сухих форм | - | - | 10-15 | 90-85 | - | Фтористая присадка 4,0-8,0 | 0,04-0,08 |

Типовые составы жидкостекольных смесей Таблица 25

| Назначение смесей | Содержание компонентов, %, мас.доля | | | |
|---|-------------------------------------|--------|---------------|----------------------------|
| | Кварцевый песок | Глина | Жидкое стекло | Отвердитель |
| Облицовочная для форм | 95-96 | 4 - 5 | 5 - 7 | CO ₂ |
| Стержневая для CO ₂ процесса | 100 | - | 4 - 6 | CO ₂ |
| Пластичные самотвердеющие (ПСС) для форм и стержней | 95-96 | 4 - 5* | 5 - 7 | Ферро-хромовый шлак 3 - 5 |
| | 95-96 | 4 - 5* | 5 - 6 | Нефелиновый шлак 2 - 3 |
| | 96,5-97 | - | 3 - 3,5 | Пропилен-карбонат 0,3-0,35 |
| Жидкая самотвердеющая (ЖСС) для форм и стержней | 95-97 | - | 8 - 9** | Ферро-хромовый шлак 3 - 5 |

*Только для облицовочной смеси

**Жидкая композиция, состоящая из 6 – 7 частей жидкого стекла, 1,5 – 2 частей воды и 0,1 – 0,5 частей ПАВ

Технология изготовления стержней содержит: формовку сырого стержня, сушку, отделку, окраску противопригарной краской. Связующие материалы во время сушки (150-300° С) спекаются, окисляются, в них происходит химическая реакция, благодаря чему песок склеивается. Сушка в стержневом ящике обеспечивает более качественные поверхности отливок. Составные стержни калибруют, то есть обрабатывают плоскости соприкосновения шлифовальным камнем или ножом.

При изготовлении стержней вручную в разъемном стержневом ящике (рис. 78, а) отдельно набивают половины стержневого ящика (поз. 1). Поверхности разъема смазывают клеем и обе половины ящиков соединяют друг с другом и металлической иглой делают вентиляционный канал (поз. 2). Затем стержень удаляют из стержневого ящика, устанавливают на сушильную плиту (поз. 3) и отправляют в сушильную печь. На поз. 4 показан стержень, подготовленный к сборке.

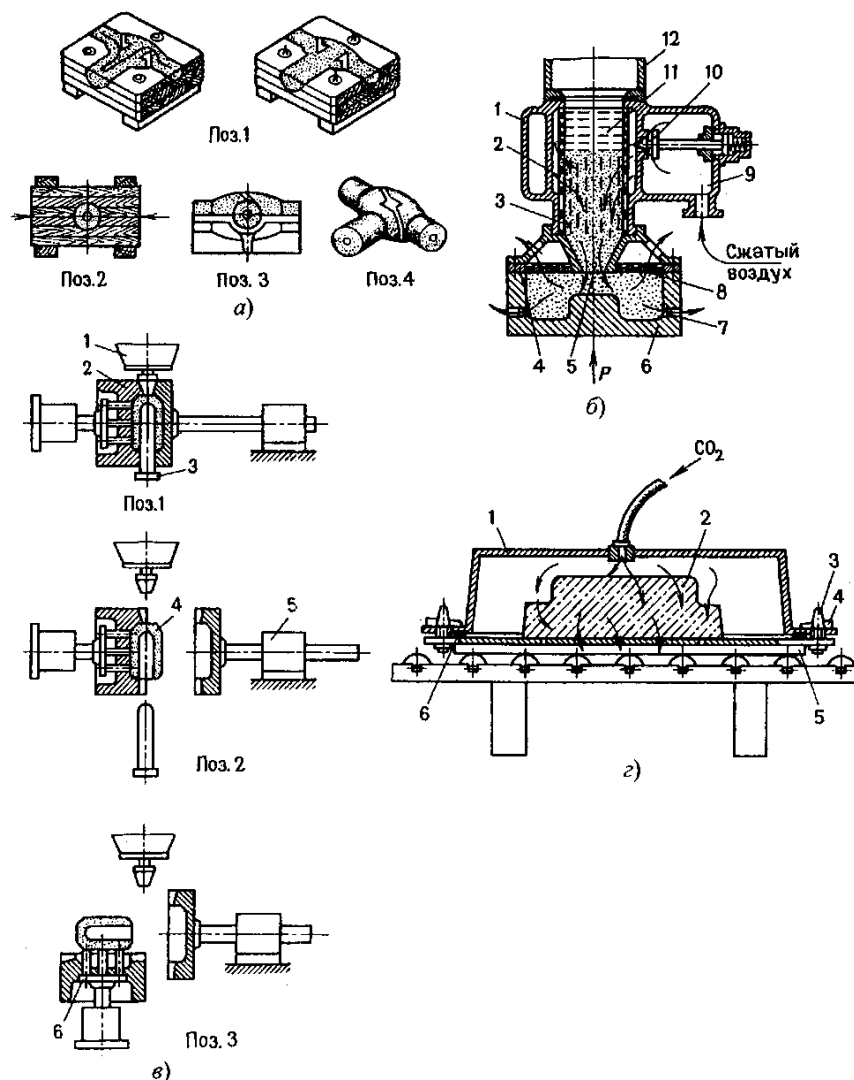


Рис.78. Схемы процессов изготовления стержней:

а – вручную;

б – на пескодувных машинах: 1 – пескодувный резервуар, 2, 11 – отверстия, 3 – гильза, 4 – надувная плита, 5 – сопло, 6 – стержневой ящик, 7, 8 – вентилы, 9 ресивер, 10 – быстродействующий клапан, 12 – бункер;

в – в нагреваемой оснастке: 1 – пескодувный резервуар, 2 – половинки стержневого ящика, 3 – опустошитель, 4 – стержень, 5 – пневматический цилиндр, 6 – выталкиватель;

г – из жидкостекольных смесей: 1 – колпак, 2 – стержень, 3 – штырь, 4 – клинья, 5 – плита, 6 – резиновые уплотнители

в)изготовление полужорм и сборка формы (рис.79,86, 87), а именно:

Формовка - процесс изготовления формы. Виды формовки: формовка в почве по шаблонам и моделям (рис.79) в ед. производстве для деталей типа тел вращения, в опоках (рис.79, 86), безопочная формовка, формовка в стержнях (рис. 81) в массовом производстве для сложных деталей. **Формовка в парных опоках по разъемной модели** наиболее распространена.

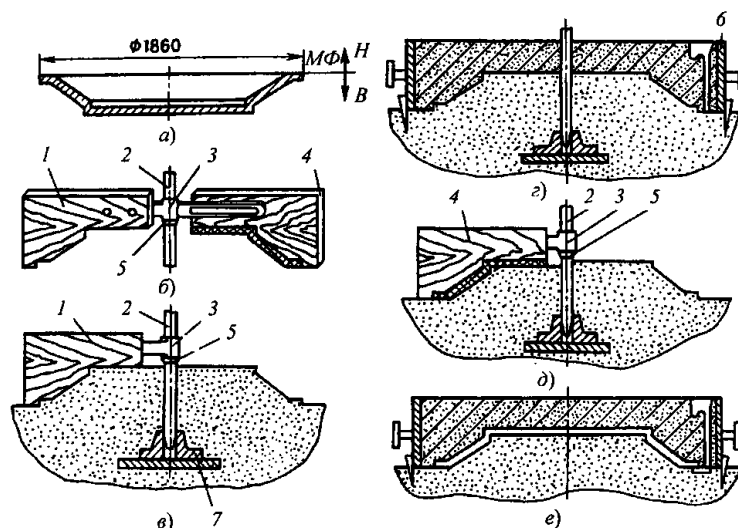


Рис. 79. Шаблонная формовка

Формовку *шаблонами* применяют в единичном производстве для получения отливок, имеющих конфигурацию тел вращения. Для примера рассмотрим технологический процесс изготовления форм для шлаковой чаши (рис. 79, а). Формовку осуществляют с помощью шаблонов 1, 4 (рис. 79, б); в яме устанавливают подпятник 7 со шпинделем 2 в вертикальном положении, засыпают формовочную смесь и уплотняют ее вокруг шпинделя; к серьге 3 прикрепляют шаблон 1, режущая кромка которого имеет очертания наружной поверхности отливки, и устанавливают его на шпиндель (рис. 79, в) до упора 5; вращением шаблона в ту и другую сторону срезают формовочную смесь в соответствии с профилем шаблона, удаляя излишки формовочной смеси; по полученному болвану изготавливают верхнюю полуформу 6 (рис. 79, г). Для этого серье с шаблоном снимают со шпинделя, плоскость разреза формы покрывают разделительным слоем сухого кварцевого песка или бумагой, устанавливают модели литниковой системы, опоку, засыпают формовочную смесь и уплотняют ее, удаляют шпиндель и снимают верхнюю полуформу. В подпятник 7 вновь устанавливают шпиндель, на который с помощью серьги устанавливают шаблон 4 (рис. 79, д), имеющий очертания внутренней поверхности отливки. С помощью этого шаблона с болвана удаляется слой формовочной смеси на толщину стенки отливки (рис. 79, д); после этого снимают шаблон и удаляют болван и устанавливают верхнюю полуформу (рис. 79, е), затем в литейную форму заливают расплавленный металл.

Формовку в *стержнях* применяют в массовом и крупносерийном производствах при изготовлении отливок сложной конфигурации. На рис. 80 приведен пример формовки в стержнях цилиндра двигателя с воздушным охлаждением. Форма для отливки цилиндра двигателя с воздушным охлаждением собрана из шести стержней. Сборку формы производят в горизонтальном положении. В стержень 1 вкладывают стержень 2, затем стержни 3, 4, 5 и 6. Собранный форму скрепляют.

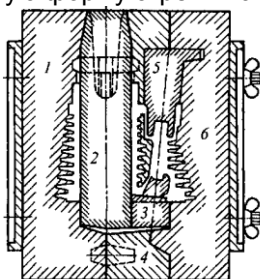


Рис. 80. Формовка в стержнях цилиндра двигателя с воздушным охлаждением

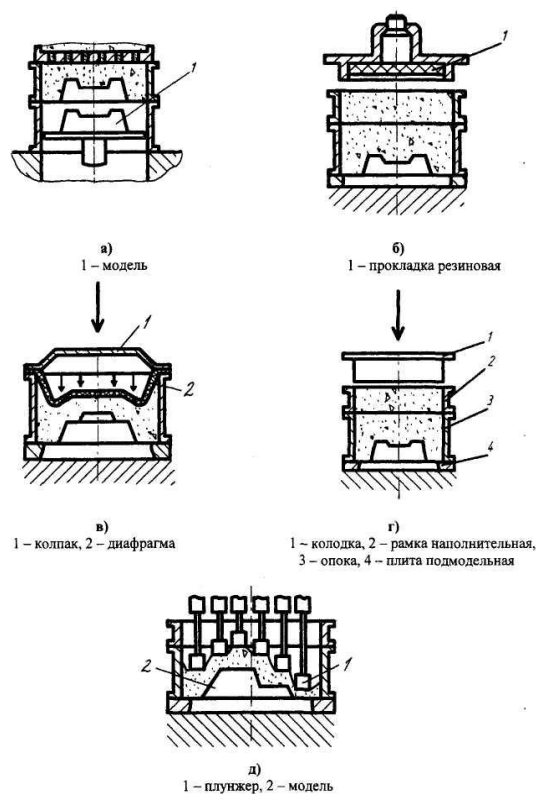


Рис. 81. Способы уплотнения песчано-глинистых форм прессованием:
а) нижнее (моделью снизу); б) верхнее (колодка с резиновой прокладкой); в) диафрагменное; г) верхнее жесткой колодкой; д) дифференциальное

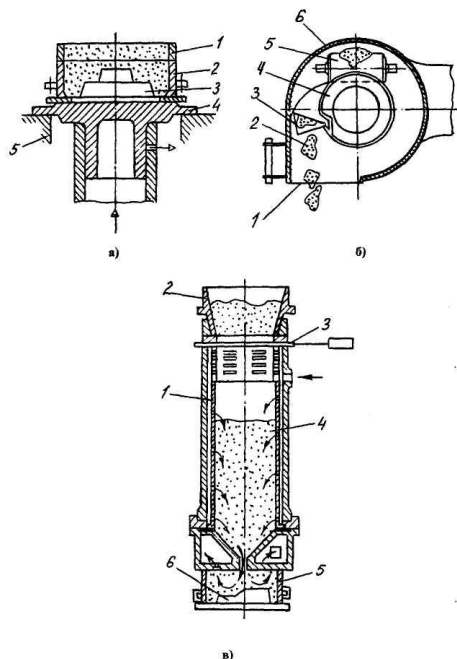


Рис. 82. Уплотнение песчано-глинистых форм:
а) встряхиванием (1 - рамка наполнительная, 2 - опока, 3 - модель, 4 - стол встряхивающий, 5 - станина),
б) пескометное (1 - отверстие, 2 - «комоч», 3 - лопатка, 4 - диск, 5 - ленточный транспортер, 6 - головка пескомета),
в) пескодувным способом (1 - гильза, 2 - бункер, 3 - шибер, 4 - смесь формовочная, 5 - опока, 6 - модель)

Методы уплотнения формовочных смесей: ручное уплотнение; прессование верхнее (рис.81,б,г), встряхивание с подпрессовкой (рис.82,а), прессование нижнее (рис.81,а), прессование дифференциальное (многоплунжерное колодкой, диафрагменное (рис.81 в,д), пескометное (рис.82 б), пескодувное с подпрессовкой (рис.82 в), вибропрессование (вакуумная формовка или вакуумно-пленочная формовка), импульсное (формовка взрывом).

Сущность вакуумно-пленочной формовки в том, что форма, изготавливаемая из сухого песка без связующих элементов, уплотняется вибрацией, а упрочняется под действием атмосферного давления вследствие вакуумирования формы (рис. 83).

Преимущества:

- удешевление формовочной смеси и упрощение смесеприготовления;
- повышение точности и чистоты поверхности отливок благодаря отсутствию связующих и влаги в форме;
- упрощение выбивки формы, увеличение срока оснастки.

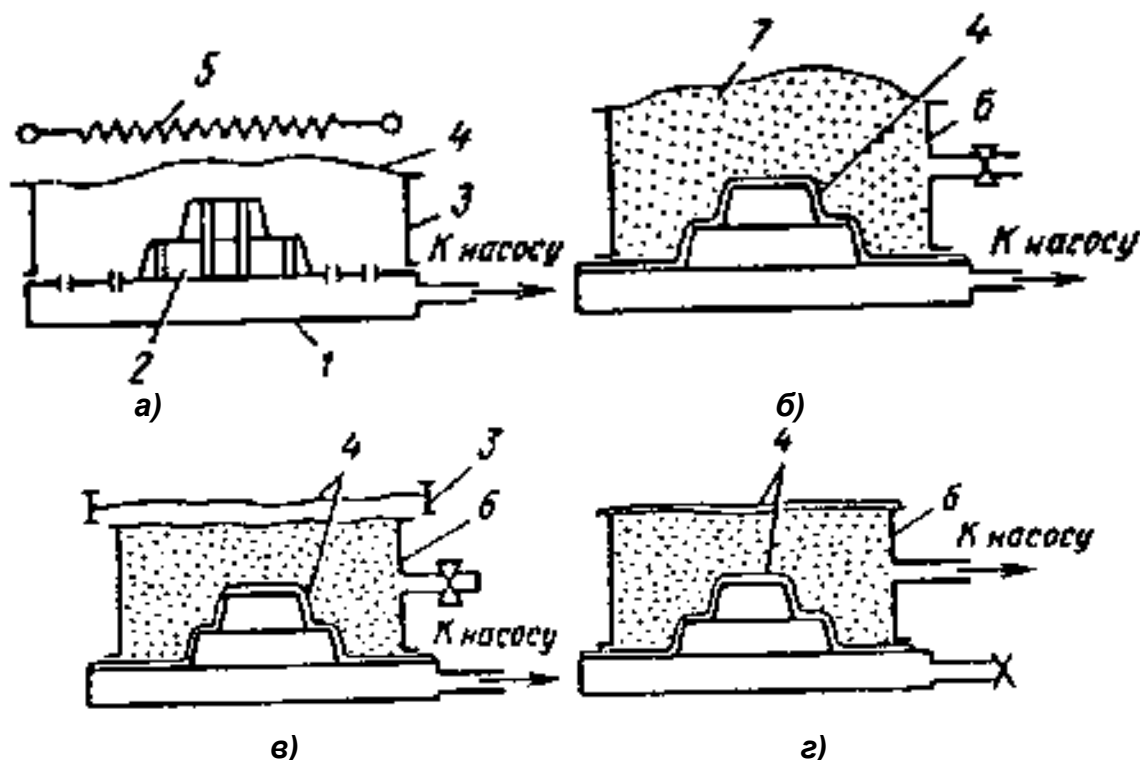


Рис. 83. Основные этапы при вакуумно-пленочной формовке:

а - разогрев пленки и натяжение ее на модель; б - установка опоки и засыпка песка; в - вибрирование формы и установка рамки со второй пленкой; г - прижимание внешней пленки и съем формы с моделью; 1 - полая подмодельная плита; 2 - модель с вентами; 3 - рамка вспомогательная; 4 - пленка синтетическая; 5 - нагреватель; 6 - опока; 7 - сухой песок

Используют чугуны, стали, медные и алюминиевые сплавы от нескольких грамм до нескольких тонн в условиях единичного и массового производства.

Импульсная формовка использует импульс горячего газа или воздуха, уплотняет формовочную смесь за счет быстрого выхлопа воздуха, повышает точность и производительность труда; очень перспективна.

Импульсное уплотнение формовочной смеси (рис. 84) осуществляется в следующей последовательности: на модельную плиту 1 с моделью устанавливают опоку 2 и засыпают формовочную смесь 3, на опоку накладывают плиту-рассекатель 4 с большим числом отверстий. Сверху плиты располагают импульсную головку 5 с пусковым клапаном 6. Головку, плиту-рассекатель и опоку плотно прижимают друг к другу. После этого открывают пусковой клапан 6 и сжатый воздух под давлением 5 ... 8 МПа

направляется через отверстия в плите-рассекателе в опоку и уплотняет смесь за счет динамического воздействия и фильтрации через поры, после чего уходит в атмосферу через венты (венты - тонкие отверстия, через которые проходит воздух, но не проходит формовочная смесь) в модели и модельной плите. Этот способ уплотнения формовочной смеси позволяет изготавливать формы с высокой и равномерной плотностью, высокопроизводителен, не имеет движущих частей (плунжеров, диафрагм т.д.).

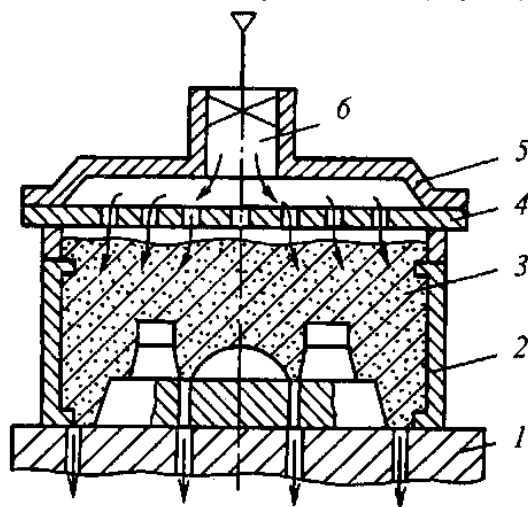
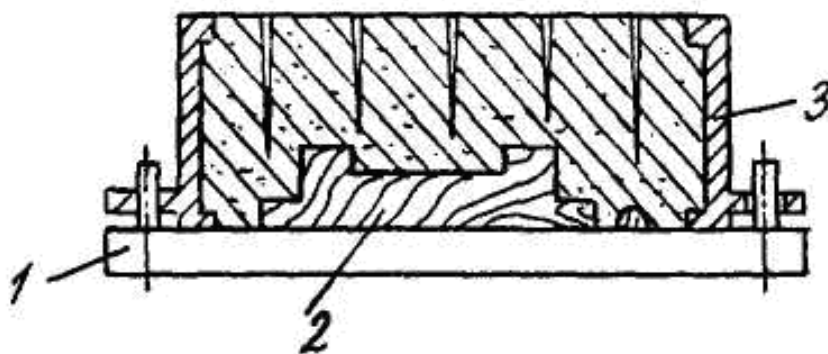
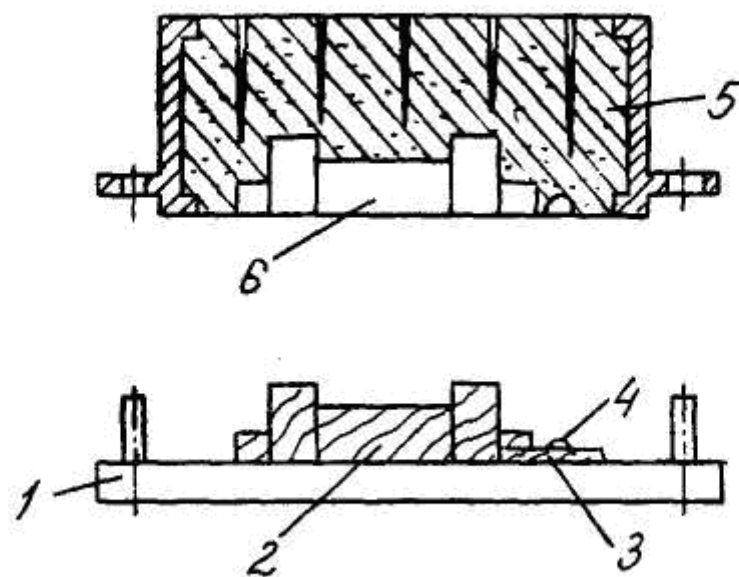


Рис. 84. Схема уплотнения формовочной смеси воздушным импульсом



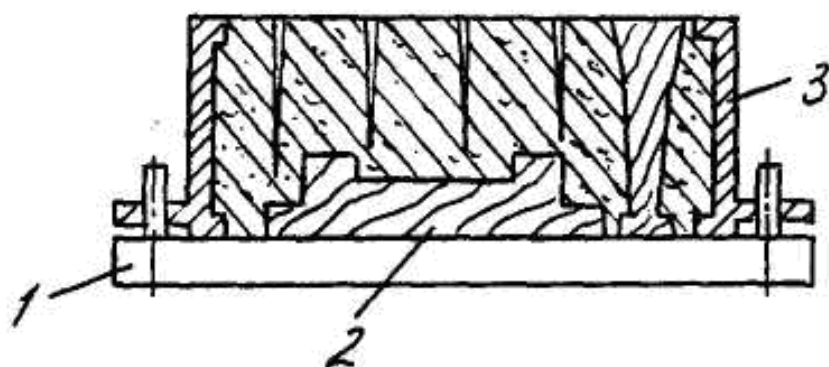
а)

1- подмодельная плита, 2- модель «низа», 3 – опока



б)

2- подмодельная плита, 2- модель «низа», 3 – модель питателя, 4 – модель зупм-фа, 5 – нижняя полуформа, 6 – рабочая полость нижней полуформы



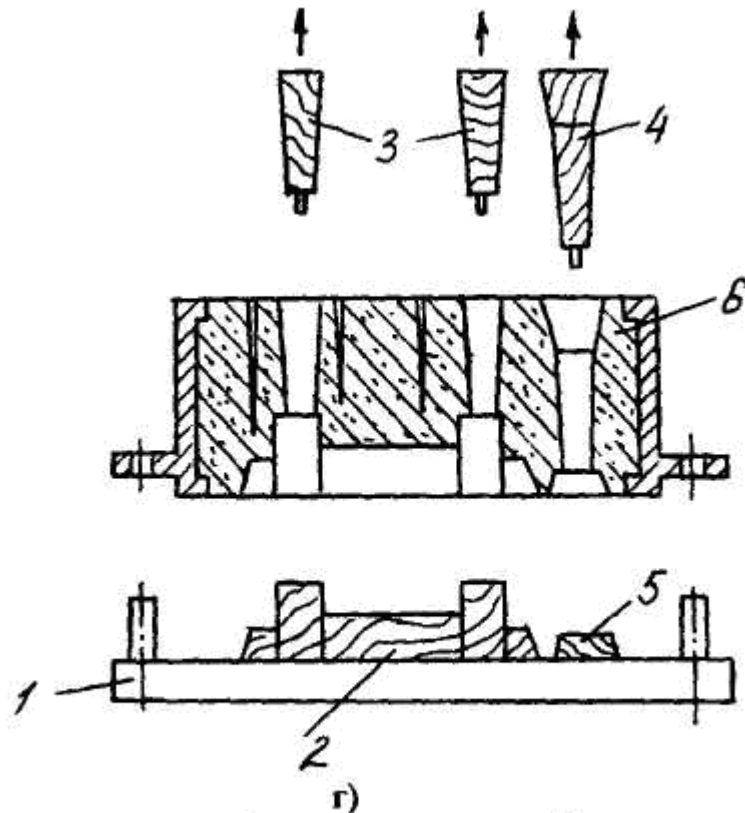
в)

1- подмодельная плита, 2- модель «верха», 3 - опока

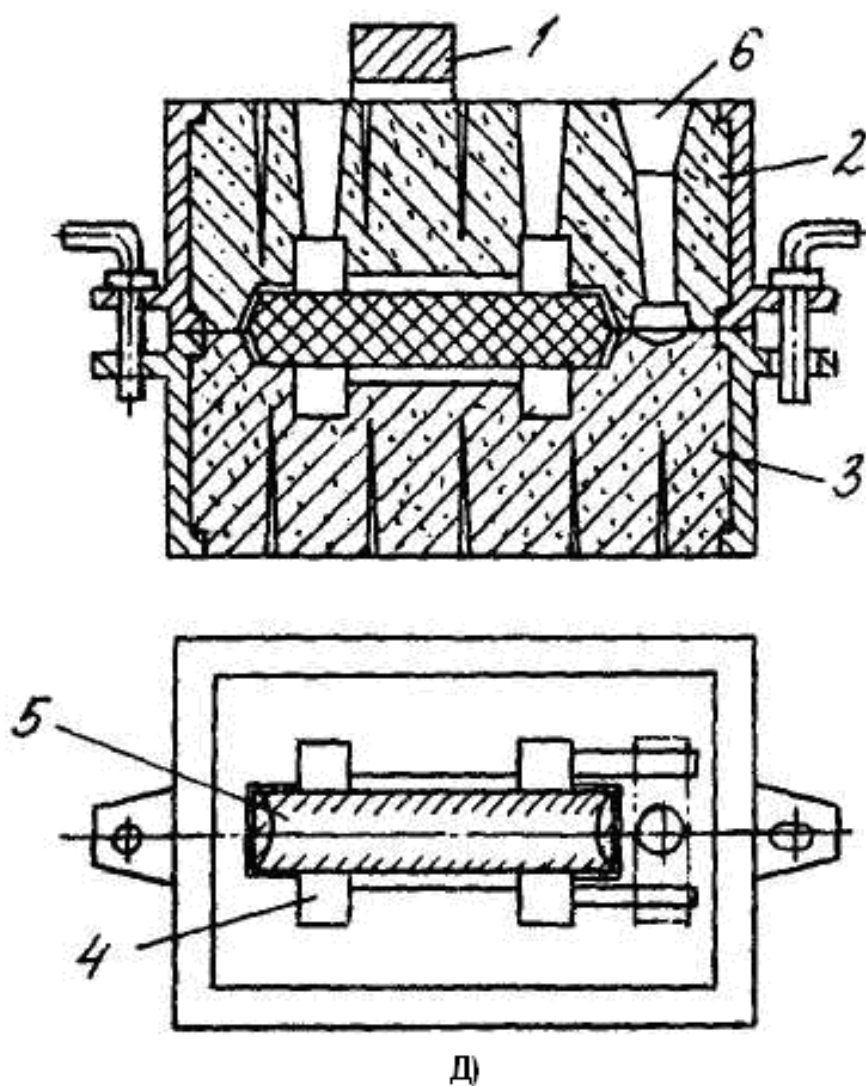
Рис. 85. Технологический процесс изготовления песчано-глинистой формы в парных опоках: а)изготовление нижней полуформы; б)извлечение (протяжка) модели из нижней полуформы; в)изготовление верхней полуформы

Литейную форму (рис. 85, 86), состоящую из двух полуформ, изготавливают по разъемной модели) в такой последовательности:

- изготовление нижней полуформы,
- извлечение (протяжка) модели из нижней полуформы,
- изготовление верхней полуформы,
- извлечение моделей из верхней полуформы, сборка формы



1 - подмодельная плита, 2 - модель «верха», 3 – модели выпоров, 4 – модель чаши и стояка, 5 - модель шлакоуловителя, 6 – верхняя полуформа



1 – груз, 2 – полуформа верхняя, 3 – полуформа нижняя, 4 – рабочая полость, 5 стержень песчаный, 6 – литниковая система

Рис.86. Технологический процесс изготовления песчано-глинистой формы в парных опоках (продолжение): г) извлечение моделей из верхней полуформы; д) сборка формы

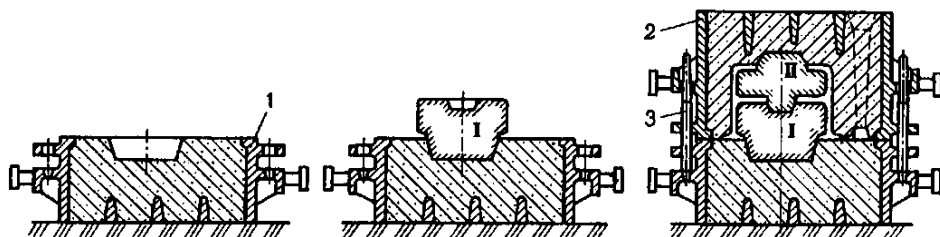


Рис.87 Последовательность операций сборки литейной формы

а – установка нижней полуформы; б – установка стержней I и II; в – установка по центрирующим штырям верхней полуформы

1 – нижняя полуформа; 2 – верхняя полуформа; 3 – центрирующие штыри

2)плавка жидкого металла

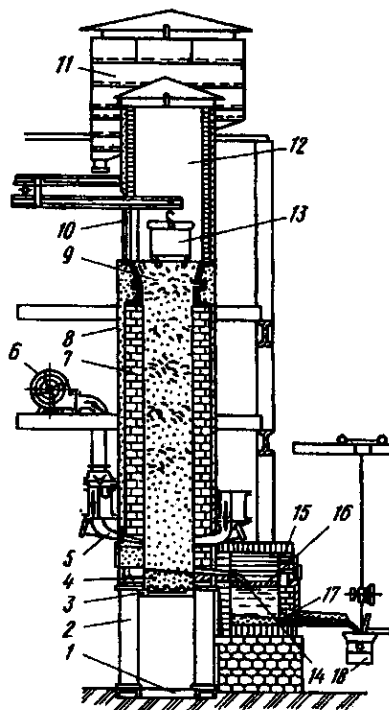


Рис. 88. Схематический разрез вагранки:

1 - фундамент; 2 - опорные колонны; 3 - откидная крышка; 4 - подина; 5 - воздушные фурмы; 6 - вентилятор; 7 -шамотная футеровка; 8 - кожух; 9 - чугунные плиты; 10 - загрузочное окно; // - искрогаситель; 12 - труба; 13 - загрузочная бадья; 14 - летка; 15 -копильник; 16 - летка для выпуска шлака; 17 - летка для выпуска чугуна; 18 –ковш

В зависимости от вида сплава в литейных цехах используется следующее **плавильное оборудование:**

вагранка (рис. 88 – для плавки чугуна),
 дуговая электропечь (рис.39– чугун, сталь),
 пламенные печи (рис.38 - мартеновская – для плавки стали, прочие пламенные – для плавки чугуна и цветных сплавов),
 конвертер (сталь),
 индукционная электропечь (рис. 41 – все сплавы),
 электропечь сопротивления (цветные сплавы).

Для получения ответственных тонкостенных отливок из серого и ковкого чугуна используются также дуплекс-процессы: «вагранка – дуговая электропечь», «вагранка – индукционная электропечь» и «вагранка – пламенная печь.

Вагранка - это шахтная печь. Стальная цилиндрическая шахта устанавливается на подовую плиту, покоящуюся на колоннах. Стальной кожух шахты с толщиной 6 - 10 мм изнутри футеруется огнеупорным кирпичом.

Вагранка (рис. 48) состоит из трех основных частей: нижней - горна, в котором скапливается выплавленный жидкий чугун; средней - собственно шахты, в которую загружают

шихту (металл, топливо, флюс); верхней - трубы, через которую горячие газы попадают в искрогаситель и далее в атмосферу.

В последнее время в литейных цехах находят применение **установки электрошлакового переплава, плазменные и электронно-лучевые печи, вакуумные индукционные печи, установки плазменно-дугового и вакуумно-дугового переплава и установки для плавки металла во взвешенном состоянии (бестигельные печи).**

Для заливки расплавленного металла в литейную форму применяют *разливочные чайниковые* (чугун, цветные сплавы), *барабанные* (чугун) или *стопорные ковши* (сталь).

3)заливка расплава в литейную форму

Температура заливаемого сплава:

- стали 1500-1600°C
- ковкий чугун 1380-1450°C
- серый чугун 1260-1400°C
- бронзы 1100-1150°C
- алюминиевые сплавы 700-780°C.

Чем тоньше стенка, тем выше температура нагрева.

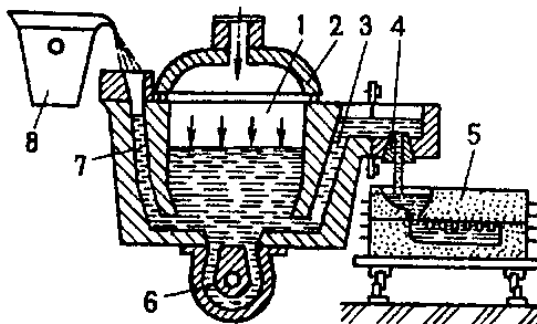


Рис. 89. Схема автоматической заливочной установки:

1 –раздаточное устройство; 2 – герметичная крышка; 3, 7 – каналы; 4 – отверстие; 5 – форма; 6 – кольцевой индуктор; 8 - ковш

4)выдержка металла в форме для затвердевания и охлаждения

Остывание длится от 5 мин до нескольких суток

5)выбивка отливки из формы

Извлечение отливок из формы осуществляется путем ее разрушения и называется **выбивкой**, при этом выделяется большое количество пыли, газов и теплоты.

Производят это на специальных **выбивных** решетках с механическим и пневматическим приводом. При **выбивки** отливок частично **выбиваются** и **стержни**.

На рис. 90 показана автоматическая установка для **выбивки** отливок. Форма 2 из опоки снизу **выталкивается** гидравлическим **выталкивателем** 4, затем **сталкивается** толкателем 1 на **виброжелоб** 3. Пустая опока остается на **заливочном конвейере**. **Выбитая форма** по **виброжелобу** направляется на **выбивную решетку**, где отливки **освобождаются** от **формовочной смеси**, и направляется по **конвейеру** на **очистку**, а **формовочная смесь** - в **смесеприготовительное отделение**.

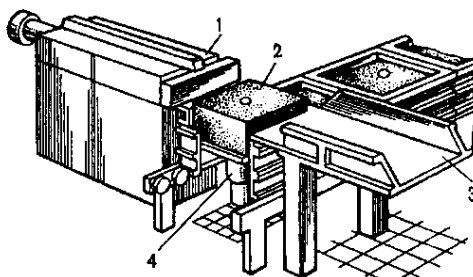


Рис. 90. Автоматическая установка для выбивки отливок из форм:
1 – толкатель, 2 – форма, 3 – виброжелоб, 4 – гидравлический выталкиватель

б) финишная обработка отливок

включает операции обрубки, очистки, зачистки, выбивки стержней, термообработку (при необходимости), исправление дефектов, контроль, окраску (грунтовку), иногда - эмалирование, первичную механическую обработку отливок.

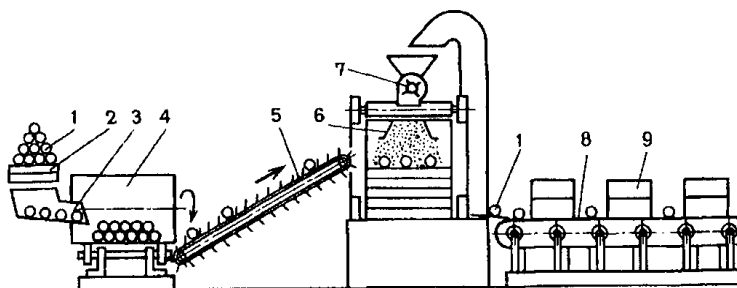


Рис.91. Поточная линия очистки отливок:
1 –отливки; 2, 5 – конвейер; 3 – решетка для удаления смеси; 4 – вращающийся барабан; 6 – дробеметный барабан; 7 – дробеметная головка; 8 – ленточный конвейер; 9 – обдирочные станки

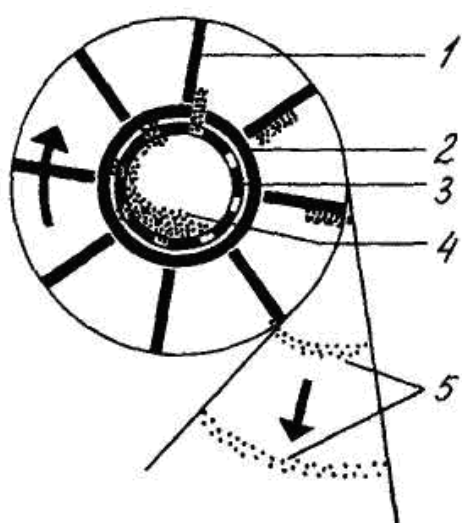
Обрубка - это удаление литниковой системы, питателей и крупных заусенцев (заливов). Литниковую систему чугунных отливок отбивают, отливок из пластичных сплавов - отрезают газовой или воздушно-дуговой резкой, ленточными или дисковыми пилами.

Очистку отливок от пригоревшей песчаной смеси производят в галтовочных барабанах (рис.92в), методами дробомётной (рис.92а,б), дробеструйной и вибрационной очистки, гидропескоструйным и электрохимическим способами.

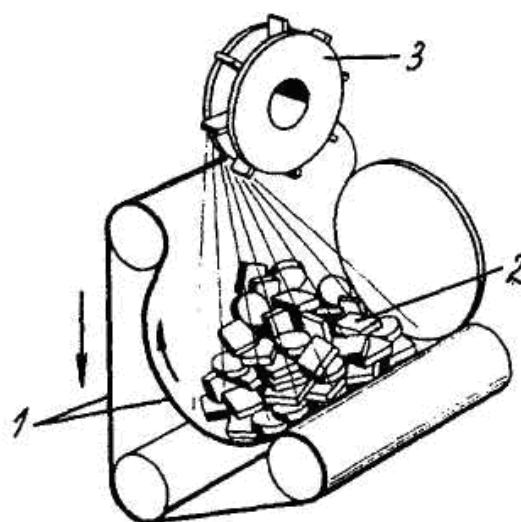
Зачистка предусматривает собой удаление с поверхности отливок следов литниковой системы, заливов по плоскости разъёма, прочих заусенцев **наждачными кругами**, иногда - в штампах на специальных прессах.

Стержни мелких отливок выбиваются при очистке в галтовочных барабанах и при дробометной очистке. Стержни из крупных отливок выбиваются в гидравлических камерах струей воды под давлением 5 ... 10 МПа; в гидравлических камерах методом электрогидравлической выбивки (удаление производится в результате электрического разряда в воде и последующего гидравлического удара), на вибрационных решетках, вручную.

В зависимости от вида сплава в литейных цехах выполняют следующие виды термообработки: отжиг белого чугуна на ковкий чугун, гомогенизацию, старение, отжиг и отпуск алюминиевых и магниевых сплавов, отжиг или нормализацию отливок из стали.



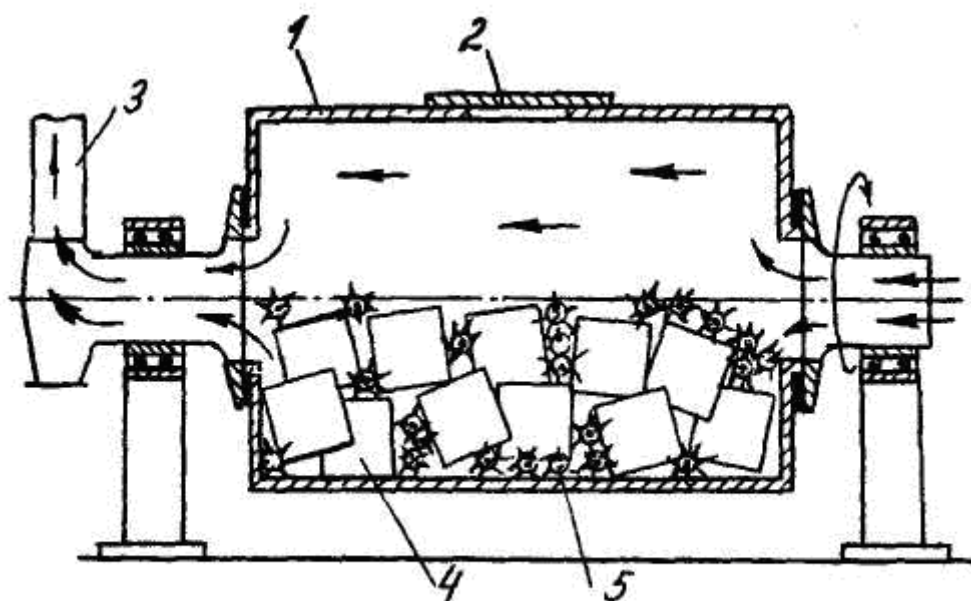
а)



б)

1 - лопатка турбины, 2 - питатель,
3 - распределитель, 4 - дробь, 5 - пучки дробы

1 - гибкая лента, 2 - отливки,
3 - дробеметное колесо



в)

1 - барабан, 2 - крышка, 3 - система вентиляции, 4 - отливки, 5 - «звездочки»

Рис.92. Способы очистки отливок: а) схема дробометной очистки, б) дробометный барабан, в) галтовочный барабан

38. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ЛИТЬЯ В ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ

Достоинства:

- простота,
- универсальность: а) по сплавам,
 б) по конфигурации деталей,
 в) по размерам,
 г) по типам производства;
- относительная дешевизна (возможность многократного использования формовочных смесей);
- высокая производительность - до 180-240 форм в час (на опочных автоматических линиях) и до 500 форм в час (безопочная формовка);
- возможность механизации (литейные конвейеры) и полной автоматизации процесса (автоматические литейные линии).

Недостатки:

- низкая точность (14-17квалитет) и качество поверхности отливок,
- низкий коэффициент выхода годных деталей (75-80% для чугуновых отливок и до 50% для стали и цветных металлов);
- низкий КИМ (0,75-0,9);
- большой объём применяемых вспомогательных материалов, что влечёт за собой необходимость в значительных производственных площадях и в специальном оборудовании для их переработки;
- большой объём отходов (нерешённость вопросов экологии);
- пониженные механические свойства металла при производстве толстостенных отливок (из-за пониженной скорости затвердевания);
- неблагоприятные условия труда в литейном цехе.