

Российская Федерация

Министерство путей сообщения

ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный
университет путей сообщения МПС России»

Кафедра «Технология металлов»
В.М. Григорьев

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

Рекомендовано
методическим советом ДВГУПС
в качестве учебного пособия

Хабаровск
2004

Рецензенты: Кафедра «Машины и технология литейного производства» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор А.И. Евстигнеев)
Директор Института материаловедения ДВО РАН, доктор технических наук, профессор А.Д. Верхотуров
Научный редактор: Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология металлов», доцент В.М. Макиенко
Григорьев В.М.

Г 834 Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие / В.М. Григорьев. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. – 67 с.

Учебное пособие соответствует Гос ВПО направления подготовки дипломированных специалистов 657600 (190300) «Подвижной состав железных дорог», специальностей 150700 (190301) «Локомотивы», 150800 (190302) «Вагоны», 181400 (190303) «Электрический транспорт железных дорог»; направления 653200 (190200) «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы», специальности 170900 (190205) «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

Рассмотрены основные принципы разработки технологии получения отливки: разработка чертежа отливки и нанесение технологических указаний для ее получения в производстве. Приведены графические пояснения к излагаемому материалу. Главное внимание уделено обучению методам проектирования чертежа отливки с литейно-технологическими указаниями.

Предназначено для студентов всех форм обучения второго и третьего курса института тяги и подвижного состава, изучающих дисциплину «Технология конструкционных материалов».

а ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения МПС России» (ДВГУПС), 2004

Оглавление

Введение

1. Общие требования

2. Разработка технологических указаний на отливку

2.1. Оценка технологичности отливки

2.2. Выбор способа изготовления литейных форм

2.3. Выбор положения формы при заливке

2.4. Назначение линии разъема формы и модели

2.4.1. Основные требования к выбору разъема формы

2.5. Припуски и допуски размеров отливки

2.5.1. Допуски размеров

2.5.2. Допуски масс

2.5.3. Припуски на механическую обработку

2.6. Проектирование стержня

2.6.1. Выбор границ стержней

2.6.2. Требования, предъявляемые к конструкции знаков стержней

2.6.3. Проектирование стержневых знаков

2.6.4. Назначение плоскости разъема стержневого ящика и направления набивки стержня

2.6.5. Изготовление стержней

2.7. Назначение формовочных уклонов моделей

2.8. Оформление чертежа отливки

2.8.1. Обозначение линии разъема на чертеже

2.8.2. Обозначение припусков на чертеже отливки

2.8.3. Изображение и обозначение стержней на чертеже отливки

2.8.4. Изображение и обозначение литниковой системы

2.8.5. Изображение и обозначение холодильников

2.8.6. Изображение усадочных ребер, стяжек, проб для механических и других испытаний и технологических приливов

2.8.7. Изображение жеребеек и обозначение мест вывода газов из формы и стержней

2.8.8. Правила графического изображения отливок

Контрольные вопросы

Заключение

Приложение 1

Приложение 2

Библиографический Список

Введение

Курс «Технология конструкционных материалов» является одним из основных для подготовки инженеров-механиков. Разработка технологии изготовления отливки является основой раздела «Литейное производство», входящего в состав данного курса. Разработка осуществляется при производстве заготовок методом литья и заключается в оформлении технологической документации.

В процессе изучения данного курса студент получит навык:

- анализировать чертеж литой детали и требования к ней с целью определения ее технологичности и выбора наиболее целесообразного способа изготовления;
- выбирать положение отливки в форме, определять поверхности разъема модели и формы; назначать припуски на обработку;
- определять количество и конструкцию стержней;
- разрабатывать конструкцию и выполнять расчеты литниковых и питающих систем;
- выбирать материалы и технологический процесс изготовления форм и стержней, разрабатывать чертежи отливки и формы с учетом требований литейной технологии и оформлять их в соответствии с действующими стандартами;
- оформлять нормативно-техническую документацию технологического процесса получения отливки.

Изложенный материал может использоваться для самостоятельной подготовки студентов дневной и заочной форм обучения при выполнении контрольных работ. Также может быть полезен преподавателям для подготовки лекционного материала.

Знание технологии изготовления отливки позволит получить представление о литой заготовке, этапах ее проектирования, составных частях технологического процесса литья. Иллюстрации и справочные данные облегчают работу и исключают необходимость поиска нормативно-технической документации.

1. Общие требования

Разработка отливки осуществляется на чертеже детали и сводится к нанесению всех технологических указаний, необходимых для получения отливки. Данные указания показываются на одном листе и являются основой для изготовления модельной оснастки и производства отливки. Разработка технологии включает: выбор положения отливки в форме в процессе заливки, определение линии разъема модели и формы, назначение припусков на механическую обработку, определение количества стержневых знаков и проектирование их параметров и конфигурации, назначение зазоров в знаковых частях формы и стержня, определение линии разъема стержневого ящика и направления набивки стержня, назначение мест подвода металла к отливке.

Заданием на проектирование служит чертеж детали, в котором должны быть указаны марка сплава и технические требования на деталь. Общие задачи уточняются преподавателем, в том числе объем и содержание пояснительной записки и состав графической части.

Описание технологии изготовления отливок должно включать расчеты, основные положения, касающиеся оформления чертежа, и графические пояснения, которые оформляются в виде эскизов или чертежей.

Описание должно начинаться с короткого введения, в котором следует отметить роль и значение литейного производства в развитии различных отраслей промышленного производства, достижения в области совершенствования и создания новых технологических процессов, роль российских ученых в создании новых материалов и процессов при производстве отливок. В основной части должны быть отражены следующие вопросы:

- анализ технических условий на изготовление отливки;
- особенности службы отливки в условиях эксплуатации, характер испытываемых ею нагрузок и обоснование соответствия материала отливки требованиям, предъявляемым к ней;
- технологичность конструкции отливки; здесь должны быть приведены результаты критического анализа особенностей конструкции отливки с точки зрения ее технологичности и предложения по изменению конструкции с целью улучшения технологичности;
- выбор и обоснование способа и метода изготовления литейной формы.

При выборе технологического процесса изготовления литейной формы следует учитывать необходимость применения современных технологических решений и наиболее совершенных средств механизации производственных процессов с учетом характера производства (размера партии изготавливаемых отливок, срочности изготовления заказа и т. п.) Следует указать также и метод изготовления – «по сырому» или «по сухому».

Разработка литейных технологических указаний на чертеже.

В данном разделе должны быть освещены следующие вопросы: выбор положения отливки в литейной форме при заливке; выбор плоскости разъема литейной модели и литейной формы; припуски на механическую обработку; формовочные уклоны; отверстия, выполняемые литыми или с помощью стержней; технологические дополнения; установление количества отливок в форме; конструирование литейных стержней (определение количества и границ стержней, конструкция стержневых знаков и их размеры, конструкция фиксаторов. Наличие жеребеек, поверхность разъема и плоскость стержней, вентиляция стержней, наличие стержневых каркасов, если необходимо – стержневой литейный шаблон, их армирование); место установки прибылей, их количество, определение размеров и число прибылей; тип, конструкция и размеры литниковой системы (литниковая чаша, литниковый стояк, шлакоуловитель, литниковый ход, питатель, литниковый дроссель); тип, конструкция холодильников; расчет холодильников; место установки выпора и его размеры; установление величины литейной усадки.

Описание технологической оснастки. В этом разделе освещают следующие вопросы: выбор материала и конструкции литейной модели; определение размеров и разработку конструкции модельной плиты; разработку схемы расположения моделей на модельной плите; выбор размеров, типа и конструкции опок; выбор материала и разработку конструкции стержневых

ящиков; конструкцию сушильных плит, их материал; разработку эскизов контрольных шаблонов и других приспособлений.

Определение параметров технологического процесса изготовления отливки. При разработке этого раздела должны быть решены следующие вопросы: выбор и обоснование типов технологического оборудования, применяемого для изготовления литейной формы и литейных стержней; выбор составов и способов приготовления формовочных и стержневых смесей, установление показателей их свойств; выбор других формовочных материалов и установление разделительных составов и состава припыла, формовочных красок, методов их контроля; описание процесса формовки (по операциям); описание процесса изготовления стержней; установление режимов сушки литейных стержней и, если необходимо, литейных форм (объемная, поверхностная, температура и продолжительность сушки); сборка формы (последовательность операций); крепление формы (выбор способа крепления), расчет крепления форм, массы груза; установление параметров заливки литейных форм (температура заливки, емкость, тип применяемого литейного заливочного ковша); расчет продолжительности охлаждения отливки в форме до выбивки; процессы и методы осуществления заключительных операций изготовления отливки (выбивки отливок, удаление стержней, обрубки, очистки, термообработки) с указанием моделей и характеристик оборудования; контроль качества отливок, способы исправления дефектов.

Эскизы или чертежи должны содержать:

- чертеж детали с технологическими указаниями;
- чертеж модельного комплекта, смонтированного на плите – монтажа моделей (по согласованию с преподавателем выбирается для проектирования монтаж для верхней формы или для нижней формы);
- чертеж стержневого ящика;
- чертеж литейной формы в собранном виде.

Если отливка изготавливается без применения стержней, стержневой ящик не проектируется. При проектировании чертежа отливки необходимо использовать ГОСТ, ОСТ, справочники, учебники, журналы и другую техническую литературу. Список всей использованной литературы, который оформляют в соответствии с требованиями, необходимо приводить в конце.

2. Разработка технологических указаний на отливку

Технологические указания на отливку выполняются в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок».

Прежде чем приступить к разработке технологических указаний, необходимо оценить деталь на технологичность ее производства методом литья и принять ряд технологических решений.

2.1. Оценка технологичности отливки

Технологичность отливки оценивается с учетом общих требований, предъявляемых к изготовлению отливок методами литья. Необходимо указать, какова деталь по конструкции (к какой геометрической фигуре близка), какова толщина стенок, сравнить их с рекомендуемыми, насколько соблюдается равномерность толщин стенок, наличие плавных переходов, скруглений и т. п. В табл. 1 приведены рекомендуемые наименьшие толщины стенок для отливок из основных литейных сплавов. В проектируемой отливке стенка должна быть больше рекомендованной.

Таблица 1

Рекомендуемые наименьшие толщины стенок отливки, мм

Материал	Отливки		
	Мелкие	Средние	Крупные
Серый чугун	3–5	8–10	12–15
Сталь	5–8	10–15	16–25
Белый чугун (для отливок из ковкого чугуна)	3–5	6–8	–
Медные оловянные сплавы	3–5	6–8	–
Медные безоловянные сплавы	5–7	7–12	–
Алюминиевые сплавы	3–5	6–8	–

- Примечания. 1. Толщина внутренних стенок может быть уменьшена на 5...20 %.
2. При литье в металлические формы толщина стенок должна быть увеличена на 20 %.

Необходимо дать рекомендации по улучшению конструкции детали либо предложить введение технологических элементов: ребер, стяжек, напусков и т. п., с помощью которых можно было бы улучшить технологичность детали. Следует учесть, что рекомендации по изменению конструкции детали вносятся в чертеж, а технологические изменения должны быть удалены из отливки после ее изготовления. При изготовлении отливки в разовые формы необходимо рассмотреть возможность формовки с наименьшими трудозатратами и использованием более простой модели, по возможности без отъемных частей, с меньшим количеством стержней и плоскостей разъема.

Если деталь предполагается отливать специальными способами, необходимо, кроме общих требований к отливке, дополнительно рассмотреть ее конструкцию с точки зрения данного специального способа литья.

2.2. Выбор способа изготовления литейных форм

Выбор основных положений нового технологического процесса существенно зависит от способа изготовления литейных форм. Поэтому разработка технологического процесса изготовления отливки начинается с выбора способа изготовления литейных форм. Прежде всего нужно определить возможность применения наиболее совершенных средств механизации производственных процессов с учетом размера изготавливаемой партии отливок. Повышение уровня механизации производственных процессов способствует созданию лучших условий для обеспечения стабильности качества отливок. В связи с этим наибольшие преимущества имеет способ машинной формовки, при котором основные технологические операции выполняются соответствующими механизмами. Но даже при машинной формовке уровень механизации производственных процессов различен. Например, при машинном

способе изготовления крупных литейных форм не всегда используют механизмы для поворота стола и выемки модели из формы.

Разновидности способов изготовления литейных форм общеизвестны. В условиях производства фасонных отливок, выпускаемых в единичном исполнении, небольшими партиями, а также сериями, при разнообразии их геометрической формы, размеров и массы наибольшее применение имеют следующие способы изготовления литейных форм:

Основное значение имеет машинная формовка, т. е. формовка на специальных поточных линиях, где вместо формовочных машин общего назначения можно применять группу различных агрегатов узкого назначения, в том числе и при изготовлении форм из жидких смесей.

Формовка в почве преобладает при производстве крупных отливок, которые из-за больших размеров невозможно изготовить в обычных формах. Почвенные формы изготавливают в водонепроницаемых кессонах методами ручной формовки. Частичное использование пескометов для уплотнения части формы или жидких самотвердеющих смесей не вносит принципиальных изменений в способ изготовления почвенных форм. Поверхность разъема этих форм обычно совмещается с верхней плоскостью контура кессона. Верхнюю полуформу набивают в опоке или же заменяют ее стержнями-перекрышами. В отдельных случаях почвенную форму собирают из стержней, знаки которых базируются на стенках кессона. Механизированные кессоны имеют передвижные боковые стенки, путем перемещения которых можно менять размеры кессона. Формовка в жакетах целесообразна при изготовлении относительно малых партий крупных отливок. В этих случаях представляется возможным изготавливать составные части форм (стержни) механизированным способом и с применением жидких самотвердеющих смесей.

Металлические литейные формы используют главным образом при изготовлении отливок простейшей геометрической формы. В связи с высокой стоимостью эти формы применяют только при производстве крупных партий отливок.

Выбор способа изготовления литейных форм в значительной мере определяется геометрической характеристикой литой детали (конфигурацией, размерами, массой) и размерами партии изготавливаемых отливок. Учитываются также условия производства в данном цехе, т. е. принятый способ изготовления форм для аналогичных отливок, наличие требуемой литейной оснастки, грузоподъемность кранов и т. п.

2.3. Выбор положения формы при заливке

При определении положения формы при заливке исходят из следующих соображений.

Вне зависимости от возможных усложнений формовки следует выбирать такое положение отливки, при котором можно обеспечить ее направленное затвердевание – которые питают прибылями.

Отливки типа валов, барабанов, втулок и им подобные надо располагать в форме и заливать вертикально для равномерного заполнения формы сплавом, выделения газов, всплывания неметаллических включений.

Наиболее ответственные поверхности отливки, подвергающиеся механической обработке, необходимо размещать в нижней части формы. Если это вызовет трудности при формовке, то их располагают вертикально или наклонно.

Тонкие стенки отливки нужно размещать в нижней части формы вертикально или наклонно.

В верхней горизонтальной части формы не следует располагать большие поверхности отливки, так как это может привести к «обгару» верха формы и образованию «ужимин».

Массивные части отливки (особенно при литье из стали и сплавов цветных металлов) надо располагать в таком положении, чтобы оно было удобным для питания их прибылями.

Необходимо обеспечить кратчайший путь прохождения металла от литниковой системы к отливке.

Основные требования к выбору положения отливки в форме для серого чугуна, приведенные Н.Г. Гиршовичем [5], состоят в следующем.

Массивные части отливок из серого чугуна следует располагать в нижней полуформе, а при формовке в одной полуформе – крупных отливок при этом обеспечивается применением металлических холодильников или смесей с повышенной теплопроводностью.

Большие плоские поверхности не следует располагать сверху, а если это неизбежно, следует делить их ребрами, что уменьшает образование ужимин и разрушение верхней поверхности формы лучистой теплотой металла, или резко уменьшить время заполнения формы.

Основную часть отливок с малой и равномерной толщиной стенок (посудное литье, ванны) следует располагать в верхней части формы, обеспечивая тем самым хорошее ее заполнение клиновыми щелевыми или дождевыми питателями, подводимыми в верхнюю часть отливки.

Отливку необходимо располагать так, чтобы обеспечить спокойное заполнение формы, исключаящее разрушение струей металла отдельных участков формы и стержней.

Для устранения образования газовых раковин отливки при заливке следует располагать так, чтобы был обеспечен преимущественно верхний отвод газов из стержней.

При изготовлении форм под высоким давлением, особенно на автоматических линиях, а также для деталей, подвергающихся испытанию на герметичность, отливки в форме следует располагать так, чтобы обеспечить крепление стержней без жеребеек, а закрепление увеличенной нижней ?аное сіаеа – іаа?о?аіеаі іеіеіпou? разъема верхней полуформы.

Отливку в форме следует располагать по возможности так, чтобы можно было объединить несколько стержней в один для двух и более отливок. Также необходимо, чтобы общая высота формы была наименьшей, а полуформы имели примерно одинаковую высоту.

2.4. Назначение линии разъема формы и модели

Разъем формы предусматривается для обеспечения возможности извлечения модели после изготовления формы. Разъем модели необходим для удобства формовки. Разъем оформляется

плоскостью, которая может быть прямой или сложной в зависимости от конфигурации отливки. На чертеже плоскость просматривается как линия. Поэтому в терминологии употребляется название «линия разъема».

2.4.1. Основные требования к выбору разъема формы

Число разъемов формы должно – плоскими; при фасонной поверхности разъема его построение должно выполняться линиями, имеющими определенную геометрическую форму, что упрощает процесс изготовления, доводки и контроля модельных плит.

Число отъемных частей должно быть минимальным; при массовом и серийном производстве, если нельзя изменить конструкцию отливки, их следует заменять стержнями.

Количество стержней должно быть минимальным; по возможности стержни следует заменять болванами, особенно на автоматических линиях формовки, или несколько отдельных стержней заменять одним общим; в единичном производстве для возможности замены стержней болванами следует применять парные модельные плиты по типу машинной формовки.

Разъем формы должен быть таким, чтобы все или основные стержни устанавливались в нижней полуформе и обеспечивали тем самым максимально удобные процессы сборки формы, ее отделки, окраски и просушивания, а также контроль установки стержней.

Базовые поверхности отливок должны быть расположены в одной полуформе с обрабатываемыми поверхностями, а также с фланцами и приливами, связанными с базовыми жесткими размерами; части детали, не допускающие относительного взаимного смещения, должны также располагаться в одной полуформе; если же разъем формы не допускает их расположения в одной полуформе, то ответственные поверхности должны занимать в форме строго определенное положение по отношению к базовым, что достигается применением специальной оснастки и средств контроля.

Для обеспечения равномерной толщины стенок отливок линии разъема формы и стержня должны совпадать, а величины их формовочных уклонов должны быть одинаковыми.

Для повышения точности отливки ее следует располагать в одной полуформе, что обязательно для отливок, формируемых в почве или неспаренных опоках; с этой же целью фиксацию стержней следует производить в той части формы, в которой оформляются все или большинство наружных поверхностей отливок.

Разъем формы должен обеспечить наименьшее количество дефектов по перекосам, а также минимальную протяженность литейных швов по поверхностям отливок и, соответственно, заливок; если же заливок не избежать, то их обработка не должна вызывать затруднений; на базовых поверхностях отливок литейные швы и заусеницы не допускаются.

При безопочной формовке более высокая часть отливки должна быть расположена в нижней части полуформы; в этом случае съем верхней формы и нижней, находящейся под воздействием вибратора, не вызывает затруднений. Если линия разъема вертикальная, то ее следует располагать так, чтобы обеспечить надежное крепление стержней.

Разъем формы должен быть таким, чтобы обеспечить удобный вывод газов из всех стержней, болванов и углубленных (при почвенной формовке) участков формы.

При ручной формовке, а также при использовании машин без поворота для изготовления верхних полуформ болваны следует располагать в нижней полуформе, так как при этом уменьшаются усилия, стремящиеся их разрушить при извлечении моделей из формы.

2.5. Припуски и допуски размеров отливки

Припуски на механическую обработку назначаются в соответствии с ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку». Необходимо использовать указанный ГОСТ 26645-85 в измененной редакции (изм. № 1).

Припуски назначаются на поверхности, подлежащие механической обработке, обозначенные значком, над которым имеется цифра, указывающая размер шероховатостей поверхности.

Таблица 2

Классы точности размеров и масс и ряды припусков на механическую обработку отливок для различных способов литья (ГОСТ 26645-85)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип металла и сплава		
		Цветные с температурой плавления ниже 700 °С	Цветные с температурой плавления выше 700 °С, серый чугун	Ковкий чугун, высокопрочный и легированный чугун, сталь
		Классы точности размеров и масс отливок и ряды припусков		
Литье под давлением в металлические формы	До 100	$\frac{3т-5}{1}$	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1}$
	Св. 100	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1}$	$\frac{5т-7}{1}$
Литье в керамические формы и по выплавляемым и выжигаемым моделям	До 100	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1-2}$	$\frac{5т-7}{1-2}$
	Св. 100	$\frac{4-7}{1-2}$	$\frac{5т-7}{1-2}$	$\frac{5-8}{1-2}$
Литье в кокиль и под низким давлением в металлические формы без песчаных стержней и с ними, литье в песчаные формы, отверждаемые в контакте с оснасткой	До 100	$\frac{4-9}{1-2}$	$\frac{5т-10}{1-3}$	$\frac{5т-11т}{1-3}$
	Св. 100	$\frac{5т-10}{1-3}$	$\frac{5-11т}{1-3}$	$\frac{6-11}{2-4}$
	До 630	$\frac{5т-10}{1-3}$	$\frac{5-11т}{1-3}$	$\frac{6-11}{2-4}$
	Св. 630	$\frac{5-11т}{1-3}$	$\frac{6-11}{2-4}$	$\frac{7т-12}{2-5}$
Литье в песчаные формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой, центробежное, в сырые и сухие песчано-глинистые формы	До 630	$\frac{6-11}{2-4}$	$\frac{7т-12}{2-4}$	$\frac{7-13т}{2-5}$
	Св. 630	$\frac{7т-12}{2-4}$	$\frac{7-13т}{3-5}$	$\frac{9т-13}{3-6}$
	До 4000	$\frac{7т-12}{2-4}$	$\frac{7-13т}{3-5}$	$\frac{9т-13}{3-6}$
	Св. 4000	$\frac{7-13т}{3-5}$	$\frac{9т-13}{3-6}$	$\frac{9-14}{4-6}$

Примечание. В числителе указаны классы точности размеров. Меньшие их значения относятся к простым отливкам и условиям массового производства; индивидуально изготавливаемым отливкам; условиям механизированного серийного производства. Классы точности масс следует принимать соответствующими классам точности отливок.

В дальнейшем полученные цифры точности отливки использовать при назначении припусков.

Дополнительную информацию о классах точности отливок можно получить в ГОСТ 26645-85, а именно: в прил. 1,

2.5.1. Допуски размеров

Первоначально назначают допуски на размеры, которые будут изменяться за счет припуска. По табл. 3, в соответствии с классом точности, назначаем допуски на каждый размер.

Пример. Используя полученные цифры из предыдущего примера 0,50 мм и т. д. (размеры 7 мм и 24 мм здесь взяты произвольно, как пример). Данные вносятся в сводную таблицу.

Сводная таблица припусков и допусков размеров отливки

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Суммарный размер с припуском и допуском, мм
7	0,40		
24	0,50		

2.5.2. Допуски масс

Верхние предельные отклонения массы отливки указаны в табл. 4. Используя значение точности массы, полученное из табл. 2, определяем верхнее отклонение.

Пример. Для нашего случая имеем 11-й класс точности массы, отливка имеет массу 12 кг. Из табл. 4 устанавливаем, что отклонение будет составлять 10 %, что от массы 12 кг составит 1,2 кг. Колебания массы отливки могут быть в пределах от 12 до 13,2 кг.

2.5.3. Припуски на механическую обработку

Припуски устанавливаются на каждый элемент отливки в зависимости от допуска на размер, который изменяется от данного припуска. В табл. 5 приведены значения припусков.

Для каждого интервала значений допусков размеров отливки в каждом ряду припусков в табл. 5 предусмотрены два значения основного припуска. Меньшие значения припуска устанавливают при более грубых качествах точности обработки деталей, большие значения припуска устанавливают при более точных качествах согласно табл. 6.

Значения основных припусков следует относить к поверхностям отливки, расположенным при заливке снизу или сбоку. На верхние при заливке поверхности допускаются увеличение припусков до значения, соответствующего следующему ряду припусков согласно табл. 5

Таблица 3

Допуски размеров отливки, мм (ГОСТ 26645-85)

Интервалы номинальных размеров	Допуски размеров отливок для классов точности размеров отливок не более																					
	1	2	3т	3	4	5т	5	6	7т	7	8	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16
До 4	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,24	0,32	0,4	0,5	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0						
Св. 4 до 6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8					
6–10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0			
10–16	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7		
16–25	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12
25–40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	9	11	14
40–63	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12	16
63–100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14	18
100–160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20
160–250			0,28	0,36	0,44	0,56	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22
250–400			0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24
400–630					0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	9,0	11	14	18	22	28
630–1000						0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12	16	20	24	32
1000–1600								1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	9	11	14	18	22	28	36
1600–2500									2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12	16	20	24	32	40
2500–4000										3,2	3,6	4,4	5,6	7	9	11	14	18	22	28	36	44
4000–6300												5,0	6,4	8	10	12	16	20	24	32	40	50
6300–10000													8	10	12	16	20	24	32	40	50	64

Таблица 4

Верхние предельные отклонения массы отливок (ГОСТ 26645-86)

Интервалы номинальных масс, кг	Верхнее предельное отклонение массы для классов точности массы отливки, %																					
	1	2	3т	3	4	5т	5	6	7т	7	8	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16
До 0,10	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0										
Св. 0,10 до 0,25	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0									
0,25–0,63	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0								
0,63–1,00	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0							
1,00–2,50	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0						
2,50–6,30	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0					
6,30–10		0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0				
10–25			0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0			
25–63				0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0		
63–100					0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	
100–250						0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
250–630							0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
630–1000								0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
1000–2500									0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
2500–6300										0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
6300–10000											0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0
10000–25000												0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0
Св. 25000													0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0

Таблица 5

Припуски на механическую обработку, мм (ГОСТ 26645-85)

Допуски размеров отливок	Основной припуск для рядов, не более (мм)					
	1	2	3	4	5	6
До 0,12	0,2–0,4	–	–	–	–	–
Св. 0,12 до 0,16	0,3–0,5	0,6–0,8	–	–	–	–
Св. 0,16 до 0,20	0,4–0,6	0,7–1,0	1,0–1,4	–	–	–
Св. 0,20 до 0,24	0,5–0,7	0,8–1,1	1,1–1,5	–	–	–
Св. 0,24 до 0,3	0,6–0,8	0,9–1,2	1,2–1,6	1,8–2,2	2,6–3,0	–
Св. 0,3 до 0,4	0,7–0,9	1,0–1,3	1,4–1,8	1,9–2,4	2,8–3,2	–
Св. 0,4 до 0,5	0,8–1,0	1,1–1,4	1,5–2,0	2,0–2,6	3,0–3,4	–
Св. 0,5 до 0,6	0,9–1,2	1,2–1,6	1,6–2,2	2,2–2,8	3,2–3,6	–
Св. 0,6 до 0,8	1,0–1,4	1,3–1,8	1,8–2,4	2,4–3,0	3,4–3,8	4,4–5,0
Св. 0,80 до 1,0	1,1–1,6	1,4–2,0	2,0–2,8	2,6–3,2	3,6–4,0	4,6–5,5
Св. 1,0 до 1,2	1,2–2,0	1,6–2,4	2,2–3,0	2,8–3,4	3,8–4,2	4,8–6,0
Св. 1,2 до 1,6	1,6–2,4	2,0–2,8	2,4–3,2	3,0–3,8	4,0–4,6	5,0–6,5
Св. 1,6 до 2,0	2,0–2,8	2,4–3,2	2,8–3,6	3,4–4,2	4,2–5,0	5,5–7,0
Св. 2,0 до 2,4	2,4–3,2	2,8–3,6	3,2–4,0	3,8–4,6	4,6–5,5	6,0–7,5
Св. 2,4 до 3	2,8–3,6	3,2–4,0	3,6–4,5	4,2–5,0	5,0–6,5	6,5–8
Св. 3 до 4	3,4–4,5	3,8–5,0	4,2–5,5	5,0–6,5	5,5–7,0	7–9
Св. 4 до 5	4,0–5,5	4,4–6,0	5–6,5	5,5–7,5	6,0–8,0	8–10
Св. 5 до 6	5,0–7,0	5,5–7,5	6–8	6,5–8,5	7,0–9,5	9–11
Св. 6 до 8	–	6,5–9,5	7–10	7,5–11,0	8,5–12	10–3
Св. 8 до 10	–	–	9–12	10–13	11–14	12–15
Св. 10 до 12	–	–	10–13	11–14	12–15	13–16
Св. 12 до 16	–	–	13–15	14–16	15–17	16–19
Св. 16 до 20	–	–	–	17–20	18–21	19–22
Св. 20 до 24	–	–	–	20–23	21–24	22–25
Св. 24 до 30	–	–	–	–	26–29	27–30
Св. 30 до 40	–	–	–	–	–	34–37
Св. 40 до 50	–	–	–	–	–	42
Св. 50 до 60	–	–	–	–	–	50

Пример. В нашем случае отливка имеет 4-й ряд припусков. Припуски назначаем на поверхности, изменяющие размеры: на размере 7 мм с допуском 0,40 мм припуск составит 2,0 мм для более точного качества механической обработки, на размере 24 мм с допуском 0,50 мм припуск составит 2,2 мм для точного качества механической обработки.

Таблица 6

Квалитеты точности обработки отливок (ГОСТ 26645-85)

Класс точности размеров отливок	1–3o	3–5o	5–7o	7–9o	9–16o
Квалитет точности размеров деталей, получаемых механической обработкой отливок	IT9 и грубее	IT10 и грубее	IT11 и грубее	IT12 и грубее	IT13 и грубее
	IT8 и точнее	IT8–IT9	IT9–IT10	IT9–IT11	IT10–IT12

Данные заносим в сводную таблицу, рассчитываем суммарный размер. Окончательный вид данных рассмотренных примеров показан в табл. 7. Информацию по назначению дополнительного припуска см. в ГОСТ 26645-85.

Таблица 7

Сводная таблица припусков и допусков размеров отливки

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Суммарный размер с припуском и допуском, мм
7	0,40	2,0	9,0 + 0,4
24	0,50	2,2	26,2 + 0,5

2.6. Проектирование стержня

При определении границ и положения стержней нужно соблюдать определенные условия. Разъем стержневого ящика и опорная поверхность стержня при сушке должны быть по возможности плоскими. Это условие особенно важно при единичном производстве. При серийном и массовом производстве, когда применяются фасонные сушители-драйеры, оно может не соблюдаться. Для удобства работы поверхность стержня со стороны набивки должна иметь наибольшую величину. Опорные поверхности должны быть достаточными для того, чтобы исключить деформацию стержня при сушке. Вентиляционные каналы в стержнях следует выполнять с учетом свободного выхода газов через знаки и предотвращения попадания в каналы жидкого сплава. Стержни должны иметь специальные знаки (достаточной величины и необходимой формы), обеспечивающие точную установку их в форме. Конструкция стержневого ящика должна быть простой, с как можно меньшим количеством отъемных частей.

2.6.1. Выбор границ стержней

Эту работу обычно выполняют в два этапа. Сначала делают принципиальные отметки по определению внешних очертаний стержней, которые при выбранном способе изготовления литейной формы потребуются для оформления внутреннего и внешнего контуров отливки. При этом предпринимают все возможное, чтобы избежать неоправданного применения стержней, если соответствующие части стенок отливки можно получить по модели. Затем уточняют контур каждого стержня в отдельности, исходя из следующих технологических требований: создания простейшей конструкции стержневого ящика, удобства набивки стержня, минимального проведения работ по отделке стержней, получения плоской опорной поверхности, чтобы не исказить контур стержня во время сушки, и т. д. Кроме того, по некоторым технологическим соображениям может потребоваться введение дополнительных стержней, например для изготовления моделей прибылей без применения отъемных частей, для выполнения тонких болванов, которые в равной мере можно получить по модели, и т. п.

2.6.2. Требования, предъявляемые к конструкции знаков стержней

Положение стержня в форме фиксируется его знаками, т. е. опорными выступающими частями стержня, не омываемыми жидким металлом. От геометрической формы знаков, расположения и размеров зависит возможность обеспечения конструктивной прочности стержней, удержания последних в заданном положении и вывода газов из них непосредственно после заливки формы, когда стенки отливки не успели еще затвердеть. Помимо этого предпринимают соответствующие меры предупреждения деформации знаков в процессе изготовления стержней и после выемки их из стержневого ящика. Наибольшие возможности по удовлетворению указанных требований открываются при использовании химически твердеющих стержневых смесей, когда стержень приобретает высокую прочность стенок еще в период пребывания в стержневом ящике. При этом

полностью устраняется опасность деформации сырого стержня после извлечения его из стержневого ящика.

Размеры и конфигурация знаков должны быть такими, чтобы еще в сыром состоянии получить необходимую прочность знаковых частей. При этом знаковые части стержня должны выдержать усилие от собственной массы стержня, а после установки его в форму и давление, возникающее от сил, стремящихся поднять стержень при заливке формы металлом и последующем пребывании стержня в форме. Размеры знаков стержней зависят от нагрузки, воспринимаемой каждым знаком, и от прочностных свойств стенок формы и стержня. Конструкция и размеры знаков должны обеспечить возможность вывода газов через знаки, то есть иметь необходимое поперечное сечение и длину для устройства газоотводящих каналов.

2.6.3. Проектирование стержневых знаков

Стержневые знаки, применяемые с целью сохранения в форме заданного положения стержня, называют также контрольными, или фиксаторами. Учитывая, что последний термин имеет универсальное значение, применяемое и к другим видам изделий, автор пособия полагает, что термин «контрольный знак» в большей мере отражает специфику своего назначения. В зависимости от положения стержня при сборке литейной формы стержневые знаки подразделяются на горизонтальные (рис. 1) и вертикальные (рис. 2). Конструкция и размеры стержневых контрольных знаков, а также гарантированные зазоры с формой регламентируются по ГОСТ 3606-80 «Комплекты модельные. Стержневые знаки. Основные размеры».

Горизонтальные знаки. Наиболее распространенные типы контрольных знаков горизонтальных стержней с двумя опорами приведены на рис. 6. Их конструкция может быть усложнена, если требуется ограничение перемещения стержня в угловом или продольном направлении. Такие изменения конструкции контрольных знаков могут быть весьма разнообразны, что зависит от конструкции самого стержня, применяемой стержневой смеси, расположения стержня в форме, конструкции стержневого ящика и т. д. Некоторые типы таких знаков приведены в иее. 2, ?ен. 1 (i?eia?u 1-4). Аееia горизонтальных знаков в зависимости от размера сечения знака должна соответствовать размерам, указанным: а оаае. 8 – аеу nu?uo oi?i; а оаае. 9 – аеу пооео oi?i; а оаае. 10 – аеу oi?i, оаа?aa?ueo в контакте с оснасткой.

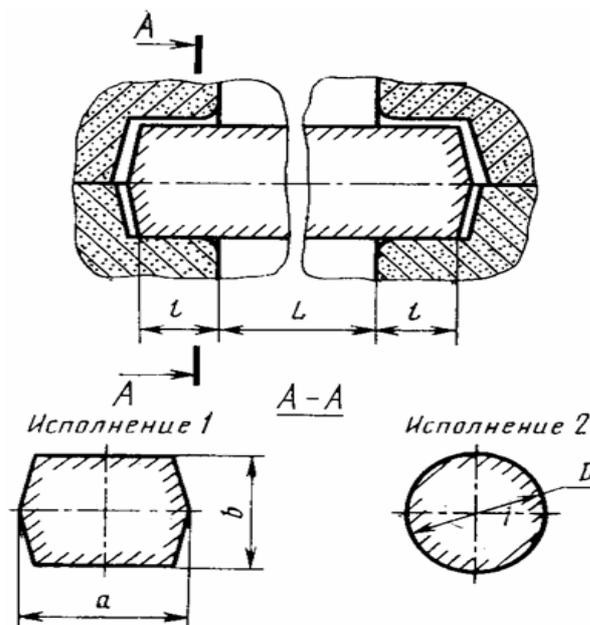


Рис. 1. Расположение горизонтальных стержневых знаков

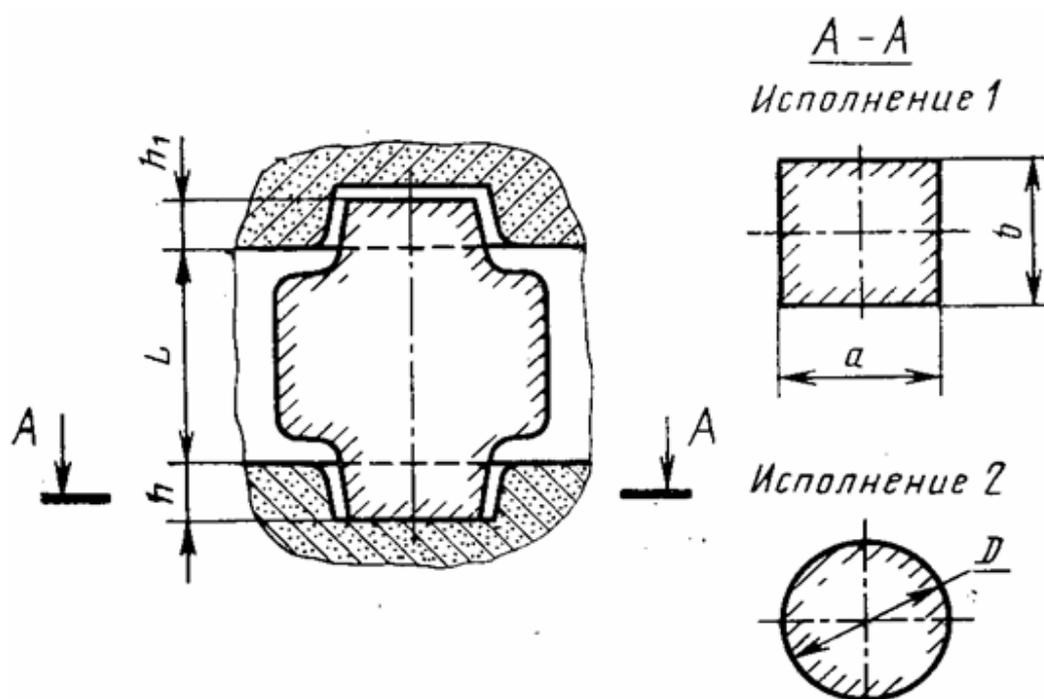


Рис. 2. Расположение вертикальных стержневых знаков

Таблица 8

Длина горизонтальных знаков для сырых форм, мм (ГОСТ 3606-80)

$(a+b)/2$ или D	Длина знака l , не более, при длине стержня L																		
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000				
До 30	20	25	30	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Св. 30 до 50				40	45	50	55	60	70	80	95	—	—	—	—	—			
Св. 50 до 80				25	30	35	45	55	60	70	80	90	100	110	—	—	—		
Св. 80 до 120							50	60	70	80	90	100	110	120	130	—	—	—	
Св. 120 до 180	30	35	45	55	65	75	85	95	105	120	130	140	150	—	—				
Св. 180 до 250				60	70	80	90	105	115	130	140	150	160	170	180	200			
Св. 250 до 315				65	75	85	95	110	120	130	140	150	160	170	180	195	220		
Св. 315 до 400	—	—	—	80	85	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200				
Св. 400 до 500				85	100	110	120	130	140	150	160	170	180	195	215	240			
Св. 500 до 630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	140	150	170	180	200	215	235	260	
Св. 630 до 800				—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	180	190	210	225	245	290
Св. 800 до 1000				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185	200	220	240	260	320
Св. 1000 до 1250				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	215	240	280	320	360
Св. 1250 до 1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Таблица 9

Длина горизонтальных знаков для сухих форм, мм (ГОСТ 3606-80)

$(a+b)/2$ или D	Длина знака l , не более, при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150
До 30	15	20	30	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 30 до 50	20	25	—	—	40	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 50 до 80	—	—	—	—	—	—	50	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 80 до 120	25	30	35	40	45	50	55	60	65	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 120 до 180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—
Св. 180 до 250	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	—	—	—	—	—	—
Св. 250 до 315	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85	90	—	—	—	—	—
Св. 315 до 400	35	40	45	60	55	60	60	70	75	80	90	—	100	—	—	—	—
Св. 400 до 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	110	110	125	—
Св. 500 до 630	—	45	50	55	60	65	70	75	80	85	95	110	120	120	130	130	—
Св. 630 до 800	—	—	—	—	—	—	—	—	85	90	100	120	130	140	150	150	160
Св. 800 до 1000	—	—	55	60	65	70	75	80	90	95	110	130	140	150	160	170	180
Св. 1000 до 1250	—	—	—	—	70	75	80	85	95	100	120	140	150	160	180	190	210
Св. 1250 до 1600	—	—	—	65	—	80	85	90	100	110	130	150	160	170	200	210	240
Св. 1600 до 2000	—	—	—	—	60	85	90	95	105	115	140	160	170	180	220	230	270
Св. 2000 до 2500	—	—	—	—	—	90	95	100	110	120	150	170	180	190	240	250	300
Св. 2500 до 3150	—	—	—	—	—	90	100	110	120	130	160	180	190	200	250	270	310
Св. 3150	—	—	—	—	—	—	—	—	125	140	—	—	200	220	250	280	320

Таблица 10

Длина горизонтальных знаков для форм, твердеющих в контакте с оснасткой, мм (ГОСТ 3606-80)

$(a+b)/2$ или D	Длина знака l , не более, при длине стержня L																	
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150	
До 30					–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Св. 30 до 50	10	15	20	25	30	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Св. 50 до 80							35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Св. 80 до 120	15	20	30	35	40	45	45	45	50	55	45	–	–	–	–	–	–	
Св. 120 до 180											50	50	–	–	–	–	–	–
Св. 180 до 250	20	25	35	40	45	45	50	55	60	65	55	–	–	–	–	–	–	
Св. 250 до 315											60	60	–	–	–	–	–	–
Св. 315 до 400	25	30	35	40	45	50	50	55	60	65	70	70	75	–	–	–	–	
Св. 400 до 500											75	80	85	90	95	–	–	–
Св. 500 до 630	–	35	40	45	50	55	55	60	65	70	80	90	100	105	110	120	–	
Св. 630 до 800	–												110	120	130	140	150	–
Св. 800 до 1000	–	–	40	45	50	55	60	65	70	75	85	100	120	125	140	150	170	
Св. 1000 до 1250	–	–											135	150	160	180	–	–
Св. 1250 до 1600	–	–	50	55	60	70	75	80	85	95	110	130	140	160	170	190	–	
Св. 1600 до 2000	–	–											150	170	180	200	–	–
Св. 2000 до 2500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Св. 2500 до 3150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Св. 3150	–	–	–	–	–	–	–	–	80	95	105	120	135	150	165	190	210	240

Таблица 11

Высота нижних вертикальных знаков для форм сырых, сухих и твердеющих в контакте с оснасткой, мм (ГОСТ 3606-80)

$(a+b)/2$ или D	Высота знака h , не более, при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000		
До 30		30			–												
Св. 30 до 50	20	30			50	60	60		70		–				–		–
Св. 50 до 80					40	50											
Св. 80 до 120	25	35			35	40	50	60	80	90	100	110	160	200	–		
Св. 120 до 180																70	80
Св. 180 до 250	30	40			40	40	50	60	70	80	90	100	150	190	200		
Св. 250 до 315																50	60
Св. 315 до 400	35	50			50	50	60	70	80	90	100	140	180	190			
Св. 400 до 500															130	170	180
Св. 500 до 630	50			50	50	60	70	80	120	160	170	–	–	–			
Св. 630 до 800															110	150	160
Св. 800 до 1000	60			60	70	80	90	100	100	140	150	–	–	–			
Св. 1000 до 1250															90	130	140
Св. 1250 до 1600	70			70	80	90	100	100	120	130	–	–	–				
Св. 1600 до 2000														100	110	120	
Св. 2000 до 2500	90			90	100	110	120	130	140	150	160	170	180				
Св. 2500														110	–	110	

При изготовлении форм из песчано-глинистых смесей, а стержней из смесей, твердеющих в контакте с оснасткой, длину знаков следует определять по табл. 10. Длина горизонтальных знаков при выполнении в них элементов литниковой системы может быть увеличена по сравнению с табличной. Длина знака многоопорного стержня (более ааоо iii?) аie?ia аиои оiaiuoiaia ia 30... 50 % по сравнению с табличной. Длину знака грибкового стержня (рис. 3) следует выбирать аналогично длине знака многоопорного стержня.

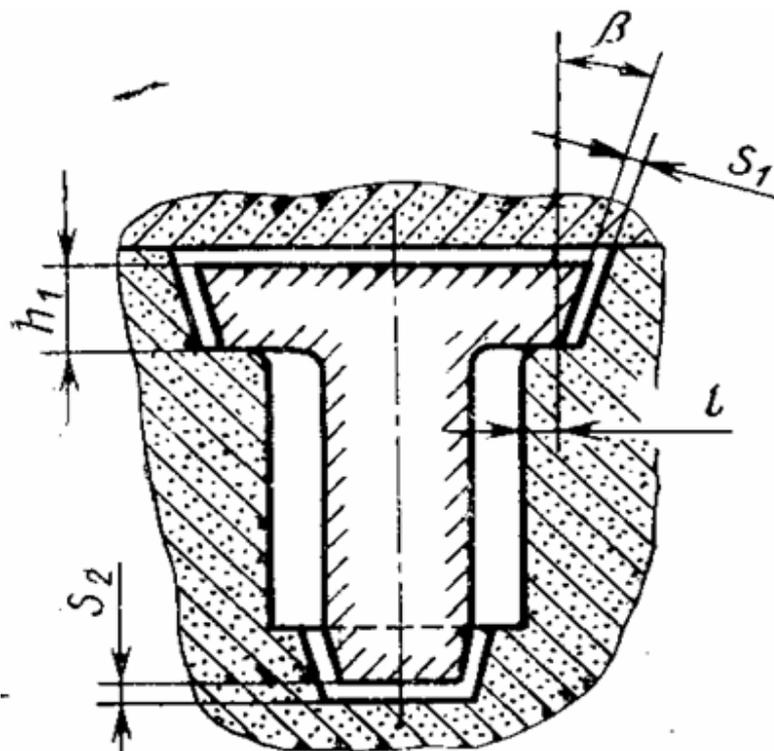


Рис. 3. Вертикальный стержень с верхним грибковым знаком

Длина знака консольного стержня (рис. 4) может быть увеличена до длины стержня L .

Контрольные знаки вертикальных стержней. Конструкцию контрольного знака выбирают в зависимости от поперечных размеров знака, возможности дополнительного крепления стержня сверху и размера партии изготавливаемых стержней данного наименования.

Для правильной фиксации положения вертикального стержня наилучшие условия достигаются, когда внешний контур контрольного знака остается видимым во время установки стержня в форму.

Высота нижних вертикальных знаков h в зависимости от размера в сечении знака стержня выбирают по табл. 11.

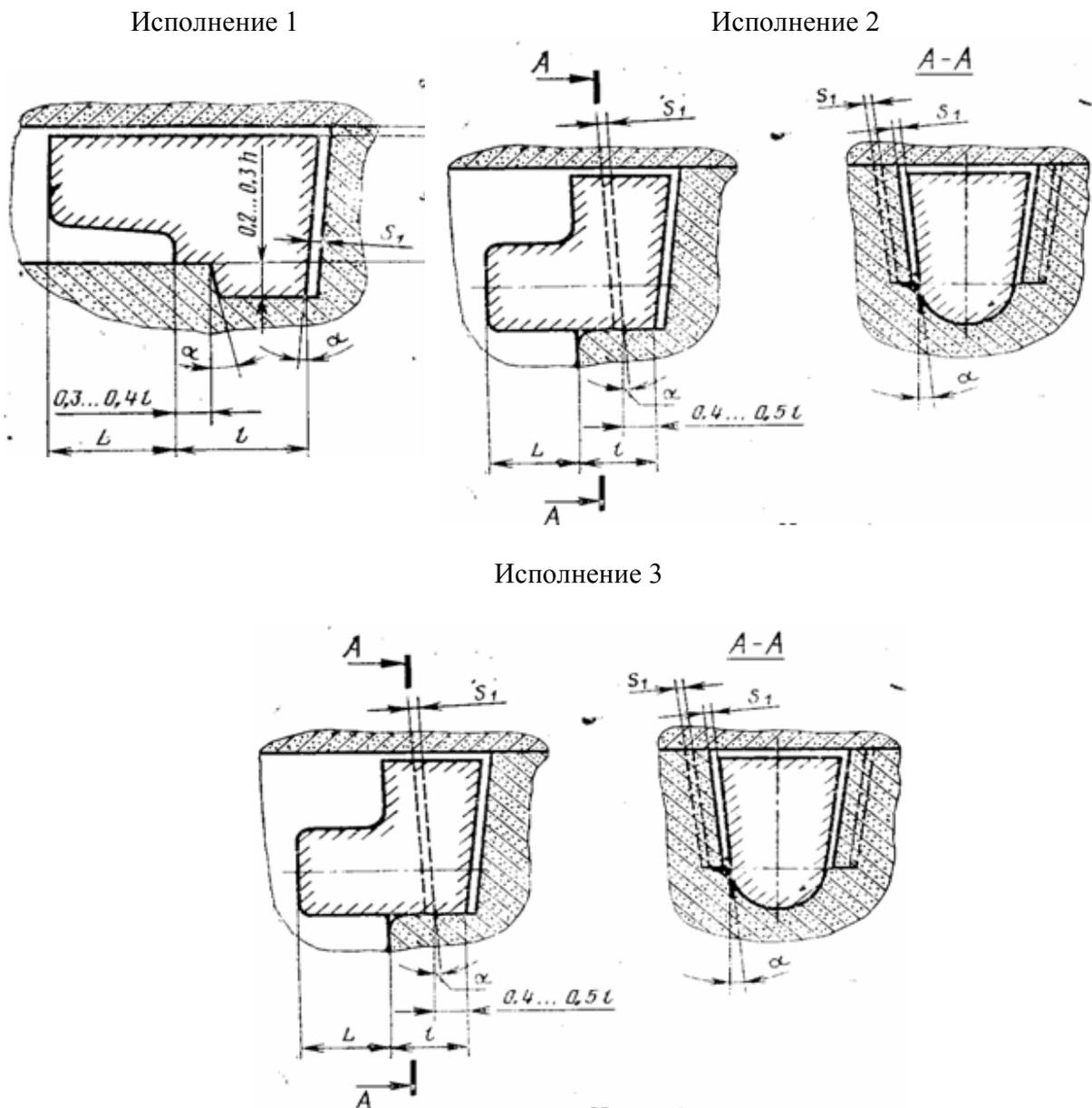


Рис. 4. Консольные стержни

При отношении или нижний вертикальный знак рекомендуется выполнять в соответствии с рис. 5. Это особенно относится к крупным стержням, при установке которых в форму легко сломать невидимые сверху выступающие части контрольного знака.

Применение холодильников, расположенных вокруг нижних вертикальных знаков, допускает увеличение высоты знаков на толщину холодильника.

При отсутствии верхнего вертикального знака высота нижнего знака может быть увеличена до 50 % по сравнению с размерами, указанными в табл. 11.

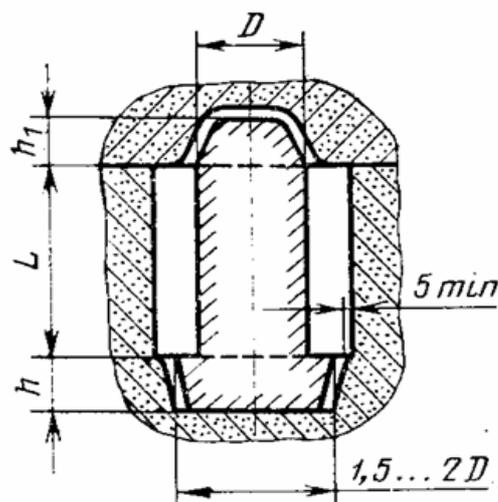


Рис. 5. Вертикальный стержень

При отсутствии нижнего вертикального знака высоту верхнего вертикального знака принимают по табл. 11 как для нижнего. Высоту верхних вертикальных знаков h_1 принимают не более 0,5 высоты нижних вертикальных знаков h . Допускается применение одинаковой высоты верхних и нижних вертикальных знаков.

Формовочные уклоны на знаковых формообразующих поверхностях (рис. 6 и 7) определяются по табл. 12 в зависимости от высоты знака и расположения в форме (низ или верх по отношению к разъему формы).

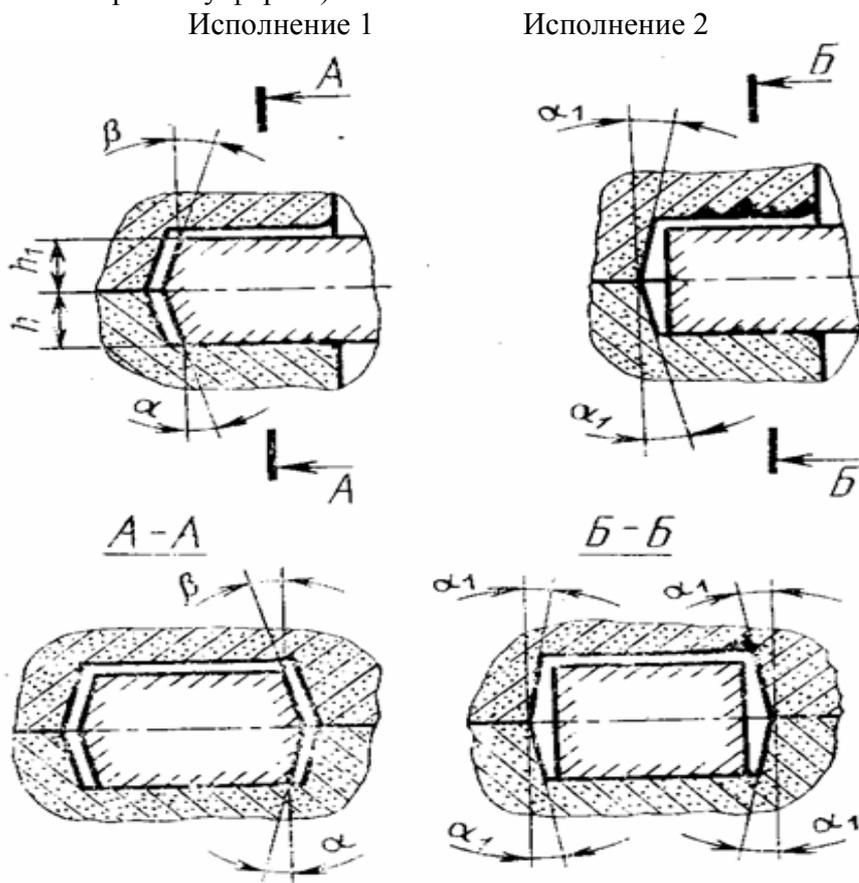


Рис. 6. Формовочные уклоны горизонтальных стержней

Исполнение 1

Исполнение 2

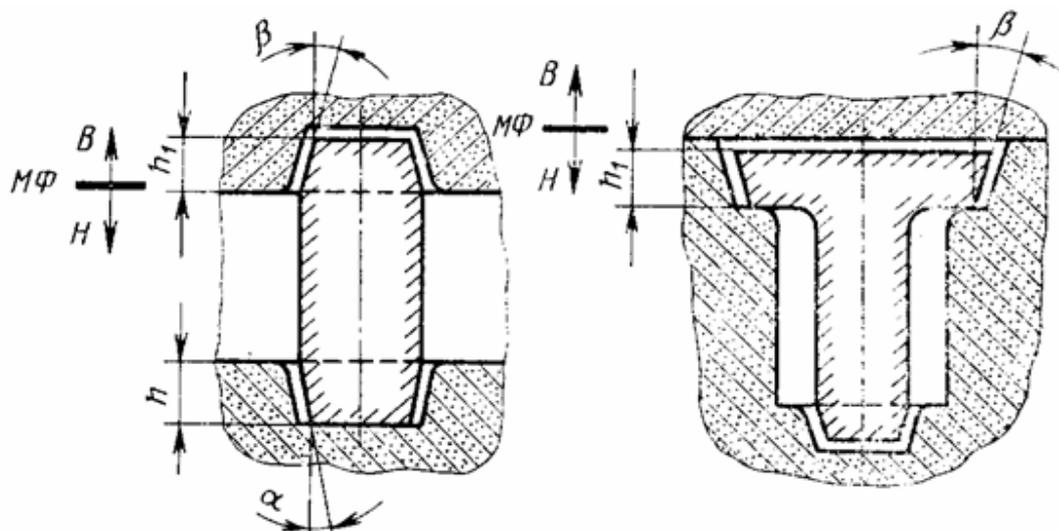


Рис. 7. Формовочные уклоны вертикальных стержней

Под знаковой формообразующей поверхностью понимают поверхность модели, формирующую часть литейной формы или стержня, не подлежащие соприкосновению с жидким металлом.

Допускается выполнять формовочные уклоны одинаковыми для стержней, симметричных относительно своей горизонтальной оси.

Таблица 12

Величины формовочных уклонов на знаковых формообразующих поверхностях (ГОСТ 3606-80)

Высота знака h или h_1 , мм	Формовочный уклон		
	модельного комплекта		модели
	для низа	для верха	
	α	β	α_1
До 30	$10^{\circ} 00'$	$15^{\circ} 00'$	$4^{\circ} 00'$
Св. 30 до 50	$7^{\circ} 00'$	$10^{\circ} 00'$	$3^{\circ} 00'$
Св. 50 до 80	$6^{\circ} 00'$	$8^{\circ} 00'$	$2^{\circ} 00'$
Св. 80 до 120	$6^{\circ} 00'$	$8^{\circ} 00'$	$2^{\circ} 00'$
Св. 120 до 180	$5^{\circ} 00'$	$6^{\circ} 00'$	$1^{\circ} 00'$
Св. 180 до 250	$5^{\circ} 00'$	$6^{\circ} 00'$	$0^{\circ} 45'$
Св. 250 до 315	$5^{\circ} 00'$	$6^{\circ} 00'$	—
Св. 315 до 400	$4^{\circ} 30'$	$5^{\circ} 30'$	—
Св. 400 до 500	$4^{\circ} 00'$	$5^{\circ} 00'$	—
Св. 500 до 630	$3^{\circ} 30'$	$4^{\circ} 30'$	—
Св. 630 до 800	$3^{\circ} 00'$	$3^{\circ} 30'$	—
Св. 800	$2^{\circ} 30'$	$3^{\circ} 00'$	—

Предельные отклонения размеров знаков и формовочных уклонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 11961-66 и ГОСТ 11963-66.

Зазоры знаков. При определении технологических зазоров S_1 , S_2 и S_3 между знаками формы и стержня следует учитывать класс точности и материал, из которого изготавливается модельный комплект, а также технологию изготовления стержня. Положения зазоров S_1 , S_2 и S_3 показаны на рис. 8 и 9.

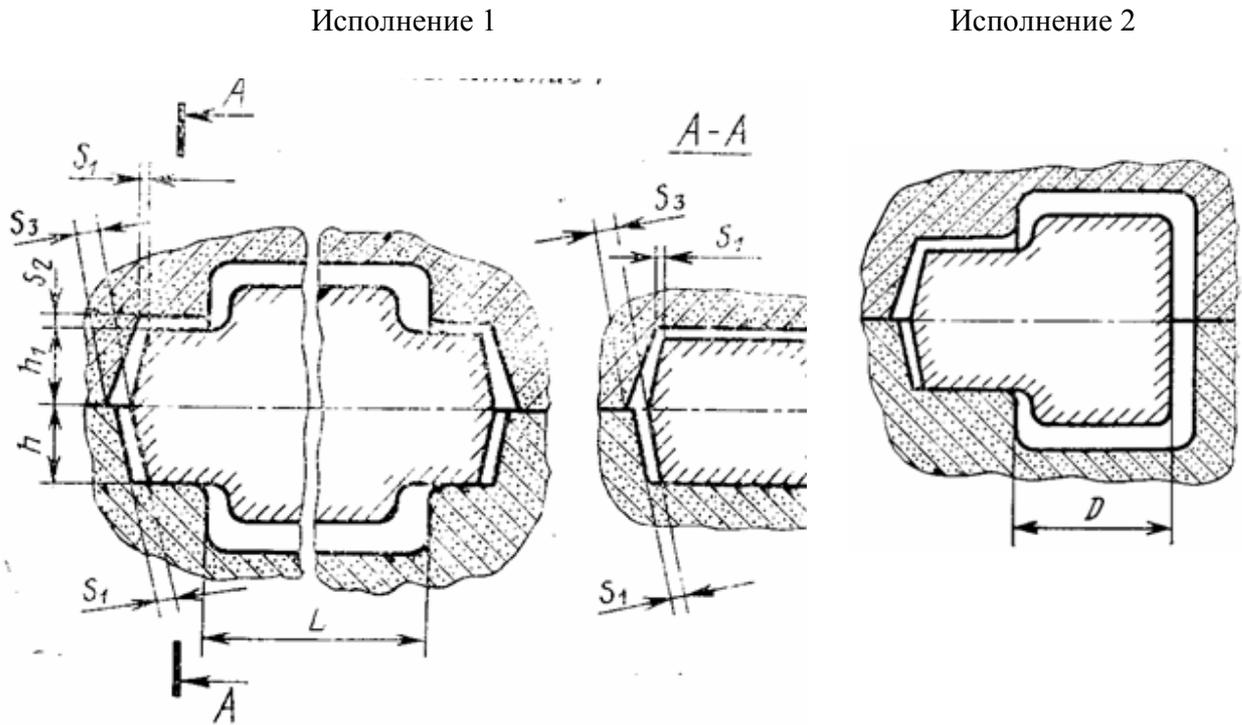


Рис. 8. Технологические зазоры и исполнение формовочных уклонов на моделях для горизонтальных стержней

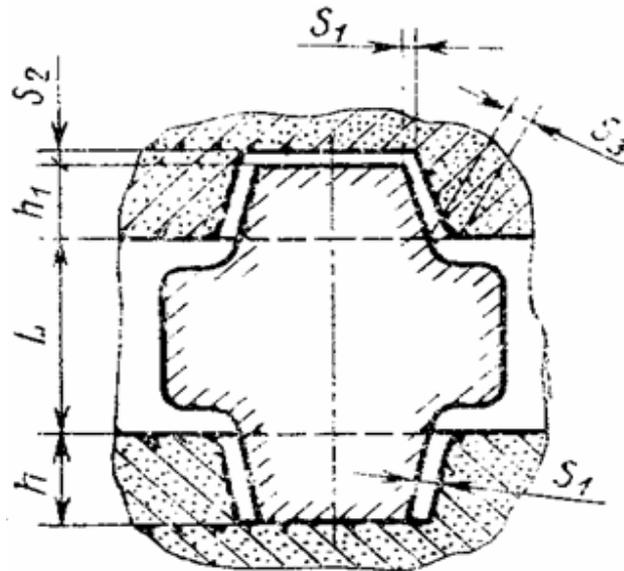


Рис. 9. Технологические зазоры и исполнение формовочных уклонов на моделях для вертикальных стержней

Значения зазоров S_1 и S_2 в зависимости от наибольшей высоты знаков h и h_1 и длины стержня L между опорами (рис. 8 и 9) должны соответствовать указанным в табл. 13, 14, 15 и 16. Значение зазора S_3 следует принимать равным $1,5 S_1$. Допускается уменьшение зазоров S_1 и S_2 до значений предельных отклонений по ГОСТ 11961-66 и ГОСТ 11963-66.

При изготовлении модели из одного материала, а стержневого ящика из другого, значения зазоров следует принимать по более высокому классу точности.

Радиусы скругления. Переход от основной к знаковой формообразующей поверхности следует скруглять. Радиусы скругления r (рис. 10) выбирают по табл. 17 в зависимости от размера в сечении знака модели, равного полусумме двух его сторон $(am + bm)/2$ или его диаметру D_M для сырых, сухих и твердеющих в контакте с оснасткой смесей.

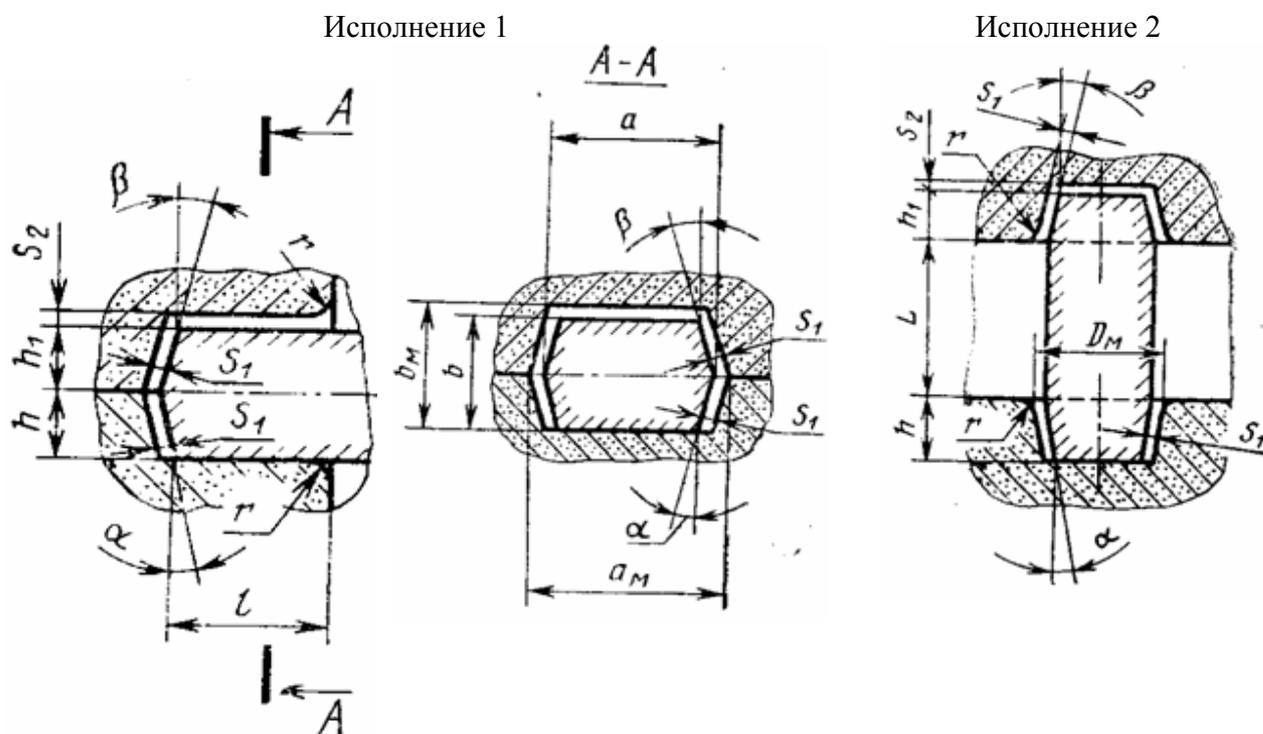


Рис. 10. Радиусы скруглений (r) от основной к знаковой формообразующей поверхности

Таблица 13

Зазоры между знаками формы и стержня (на сторону) для модельного комплекта первого и второго классов точности, изготовленного из металла и пластмассы, мм (ГОСТ 3606-80)

Высота знака h или h_1	Зазор S_1 при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150
До 30	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6	2,0
Св. 30 до 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	2,1
Св. 50 до 80																	
Св. 80 до 120	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,2
Св. 120 до 180																	
Св. 180 до 250																	
Св. 250 до 315	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3
Св. 315 до 400																	
Св. 400 до 500	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4
Св. 500 до 630																	
Св. 630 до 800	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	1,8	2,1	2,5
Св. 800 до 1000																	
Св. 1000 до 1250	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	2,1	2,2	2,6
Св. 1250 до 1600																	
Св. 1600 до 2000	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,2	2,6
Св. 2000 до 2500	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,3	2,7
Св. 2500 до 3150	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,0	2,2	2,4	2,4	2,8
Св. 3150	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,1	2,4	2,4	2,6	2,6	3,0
Зазор S_2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,3

Таблица 14

Зазоры между знаками формы и стержня для модельного комплекта третьего класса точности, изготовленного из металла, пластмассы и первого класса точности, изготовленного из дерева

Высота знака h или h_1	Зазор S_1 при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150
До 30	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3
Св. 30 до 50	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4
Св. 50 до 80																	
Св. 80 до 120	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,5	2,9	3,5
Св. 120 до 180																	
Св. 180 до 250																	
Св. 250 до 315	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	3,0	3,6	
Св. 315 до 400																	
Св. 400 до 500	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,1	3,7	
Св. 500 до 630																	
Св. 630 до 800	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,2	3,8
Св. 800 до 1000	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3
Св. 1000 до 1250																	
Св. 1250 до 1600	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	2,9	3,4	4,0
Св. 1600 до 2000	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	3,1	3,6	4,2	
Св. 2000 до 2500	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,9	3,3	3,8	4,4	
Св. 2500 до 3150	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	3,2	3,5	4,0	4,6	
Св. 3150	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,8	2,9	3,2	3,5	3,8	4,3	4,9	
Зазор S_2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5	3,0	3,5	4,3	5,2

Таблица 15

Зазоры между знаками формы и стержня (на сторону) для модельного комплекта второго класса точности, изготовленного из дерева, мм (ГОСТ 3606-80)

Высота знака h или h_1	Зазор S_1 при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150
До 30	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5	3,0	3,5	4,3	5,2
Св. 30 до 50	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,2	3,7	4,5	5,5
Св. 50 до 80	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2				1,7	1,9	2,1	2,4	2,8	3,3	3,8	4,6	
Св. 80 до 120						0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5
Св. 120 до 180	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4									1,5	1,6	1,7	1,9
Св. 180 до 250						1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8				2,0
Св. 250 до 315	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6									1,7	1,8	1,9	
Св. 315 до 400						1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9				2,1
Св. 400 до 500	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6									1,8	1,9	2,0	
Св. 500 до 630	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,4	3,9	4,4	5,2	6,1
Св. 630 до 800	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,1	3,5	4,0	4,5	5,3	6,3
Св. 800 до 1000	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,9	3,2	3,6	4,1	4,6	5,4	6,4
Св. 1000 до 1250	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,9	3,2	3,6	4,1	4,6	5,4	6,4
Св. 1250 до 1600	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	4,0	4,5	5,0	5,8	6,7
Св. 1600 до 2000	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	4,2	4,7	5,2	6,0	7,0
Св. 2000 до 2500	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4	4,7	5,1	5,6	6,1	6,9	7,9
Зазор S_2	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,6	5,5	6,7	8,2

Таблица 16

Зазоры между знаками формы и стержня (на сторону) для модельного комплекта третьего класса точности, изготовленного из дерева, мм (ГОСТ 3606-80)

Высота знака h или h_1	Зазор S_1 при длине стержня L																
	До 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150
До 30	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,6	5,5	6,7	8,2
Св. 30 до 50	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,7	4,3	5,0	5,9	7,1	8,6
Св. 50 до 80	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,8	4,4	5,1	6,0	7,2	8,7
Св. 80 до 120		1,5		1,8	2,0											2,2	2,4
Св. 120 до 180	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,9	4,5	5,2	6,1	7,4	8,9
Св. 180 до 250	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	4,0	4,6	5,3	6,2	7,5	9,0
Св. 250 до 315	1,6		1,9			2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	4,1	4,7		
Св. 315 до 400	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7	4,2	4,8	5,5	6,4	7,6	9,1
Св. 400 до 500	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,3	4,9	5,6	6,5	7,7	9,2
Св. 500 до 630	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9	4,4	5,0	5,7	6,6	7,8	9,3
Св. 630 до 800	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0	4,5	5,1	5,8	6,7	8,0	9,5
Св. 800 до 1000	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,7	5,3	6,0	6,9	8,1	9,6
Св. 1000 до 1250	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,4	4,9	5,5	6,2	7,1	8,4	9,9
Св. 1250 до 1600	2,7	2,9	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,7	5,2	5,8	6,5	7,4	8,7	10,2
Св. 1600 до 2000	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,8	5,1	5,6	6,2	6,9	7,8	9,0	10,5
Св. 2000 до 2500	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9	5,2	5,5	6,0	6,6	7,3	8,2	9,5	11,0
Св. 2500 до 3150	4,2	4,3	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,2	6,7	7,3	8,0	8,9	10,1	11,6
Св. 3150	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,3	6,6	6,9	7,4	8,0	8,7	9,6	10,9	12,4

Таблица 17

Величины радиусов скруглений при переходе от основной поверхности стержней к знаковой (ГОСТ 3606-80)

$(a_{\text{ж}} + b_{\text{ж}}) / 2$ или $D_{\text{ж}}$, мм	r , мм, не более
Св. 50 до 120	2
Св. 120 до 250	3
Св. 250 до 400	4
Св. 400 до 630	5
Св. 630 до 800	6
Св. 800 до 1000	7
Св. 1000 до 1250	8
Св. 1250	10

Обжимные кольца и противообжимные канавки. Обжимные кольца и полукольца, противообжимные пояски и канавки применяют для предотвращения попадания металла в вентиляционные каналы сырой формы. Их конструктивные исполнения приведены на рис. 11 и 12, а размеры в табл. 18.

Таблица 18

Размеры обжимных колец, полуколец, противообжимных поясков и канавок, мм

Диаметр знака модели $D_{\text{ж}}$, мм	Горизонтальный знак, мм					Вертикальный знак, мм		
	a	b	c	r	d	e	f	r_1
Св. 30 до 50	5	0,5	—	—	—	—	—	—
Св. 50 до 120		1,0	15	2	10	2	3	2
Св. 120 до 250	8	1,5	20	3	15	3	4	3
Св. 250 до 400	10		25	5		4	5	5
Св. 400	12	2,0	40			20	5	6

Основные требования к конструкции контрольных знаков стержней:

- а) предупреждение возможности смещения стержня относительно заданного положения сверх отклонений, ограничиваемых допусками на размеры отливки;
- б) сохранение прочности знака, а также выступающих частей стержня и формы;
- в) расположение фиксатора в таком месте, которое можно видеть во время установки стержня в знак формы.

2.6.4. Назначение плоскости разъема стержневого ящика и направления набивки стержня

Направление набивки стержня назначают исходя из того, чтобы обеспечить возможность удобного уплотнения и доступности всех полостей ящика. Поэтому набивка должна осуществляться через наиболее открытую часть, т. е. со стороны наибольшего знака.

Для уменьшения числа технологических операций, облегчения сборки формы и получения отливки более точных размеров нужно избегать разделения стержня на отдельные части. Однако в некоторых случаях такое разделение оказывается целесообразным, особенно если это позволяет механизировать стержневые работы.

Разделение стержня на части можно выполнять с учетом последующей вклейки их в основной стержень или же установки в соответствующие знаки без вклейки. Склейка сухих стержней из отдельных частей широко практикуется в серийном производстве. До проведения склейки составные части стержня проверяют в специальных кондукторах или по шаблонам и при необходимости подвергают обработке по плоскостям разъема. В условиях же единичного производства склейку сухих стержней применяют мало. При разделении стержня на части, а также при выборе плоскости набивки указанных составных частей стержня можно руководствоваться следующими условиями. Стержневой ящик должен иметь возможно больших размеров ту открытую часть, со стороны которой удобна установка внутренних холодильников, каркаса, набивка смесью всех частей стержня или же заливка полости стержневого ящика жидкой смесью. Поверхность, на которой будет сушиться или выдерживаться стержень, должна быть наиболее простой, предпочтительно плоской. Стержневой ящик должен иметь наименьшее число отъемных частей. Стержень должен иметь достаточную прочность после разделения его на составные части. В связи с этим нижняя часть крупного стержня должна иметь не менее двух местных опор, (достаточных размеров) исключающих возможность смещения во время сборки и последующей заливки формы. При разделении стержней, окруженных жидким металлом, особое внимание должно уделяться обеспечению надежного вывода газов из стержня, не считаясь с усложнением конструкции знаков или введением дополнительных стержней.

Каждая отдельная часть стержня должна иметь надежную опору, позволяющую избежать недопустимого смещения положения стержня при установке в форму и во время заливки последней. Если данное требование не обеспечивается, а по условиям изготовления стержня он все-таки должен быть разделен на части, разделение можно допустить лишь при вклейке этих частей в целый стержень.

2.6.5. Изготовление стержней

Процесс проектирования стержней необходимо увязывать с конструкцией стержневого ящика, которая, в свою очередь, определяется методом изготовления стержня, линией разъема стержневого ящика, направлением его набивки и другими технологическими моментами.

Для выбора способа изготовления стержней необходимо знать их размеры, конфигурацию, размеры партии изготавливаемых стержней, принятые составы стержневых смесей и конкретные условия производства.

По размерам различаются стержни:

а) мелкие – объемом до 8–10 дм³, изготавливаемые машинным способом или вручную по стержневым ящикам, размеры и масса которых допускают возможность выполнения вручную операций кантовки и снятия стержневого ящика;

б) средние – объемом до 100 дм³, изготавливаемые машинным способом или вручную, преимущественно по стержневым ящикам, с механической кантовкой последних вместе со стержнем;

в) крупные – объемом свыше 100 дм³; эти стержни можно изготавливать вручную, машинными способами, по шаблону, по месту (съёмные болваны) и пр.; характерной особенностью крупных стержней является то, что их изготавливают преимущественно в рабочем положении без последующей кантовки.

По конфигурации стержни подразделяют на цилиндрические, призматические и ленточные. Цилиндрические и призматические стержни имеют в поперечном сечении форму круга, овала или многоугольника правильной и неправильной геометрической формы соответственно. Ленточные стержни имеют небольшую толщину и развитую поверхность, поэтому особенно сложны в изготовлении. Фигурные стержни подразделяются на простые, средней сложности и сложные.

С точки зрения требований, предъявляемых к прочности стержней, определяемой выбором соответствующих стержневых смесей, принята следующая классификация стержней по их конфигурации, предложенная И.Б. Куманиным и А. М. Ляссом.

I класс. Стержни сложной конфигурации, очень тонкие, имеющие узкие знаки, образующие в ответственных отливках развитые внутренние полости, не подвергаемые последующей механической обработке.

II класс. Стержни, имеющие наряду с компактной или даже массивной частью очень тонкие выступы, ребра или перемычки, обладающие более развитыми знаками, чем стержни I класса, и образующие полностью или частично необрабатываемые поверхности.

III класс. Различные центровые стержни, образующие внутренние необрабатываемые поверхности, имеющие конфигурацию средней сложности, требующие наряду со средней прочностью в сыром и сухом состояниях высоких поверхностных качеств.

IV класс. Стержни несложной конфигурации, образующие внутренние необрабатываемые полости в отливках, или внешние габаритные стержни средней и малой сложности.

V класс. Массивные стержни, образующие большие внутренние полости в крупных отливках.

Наибольшее применение получили следующие способы изготовления стержней: по стержневым ящикам; методом шаблонной формовки; комбинированные – по стержневому ящику и шаблону; по модели, без применения стержневых ящиков, в виде так называемых съёмных болванов или кусков.

В первом случае стержни можно изготавливать различными способами машинной формовки с уплотнением смеси встряхиванием, прессованием, встряхиванием с подпрессовкой, пескодунным, пескострельным способами, заполнением полости (стержневого ящика жидкой самотвердеющей смесью, вибрационным способом стержней из легкоподвижных холоднотвердеющих или жидкостекольных смесей), а также набивкой вручную.

Не касаясь состава жидких самотвердеющих смесей, следует отметить, что их применение открыло широкие возможности для механизации процесса изготовления стержней в единичном и мелкосерийном производстве отливок. В данном случае операция уплотнения смеси в стержневом ящике заменяется заполнением смесью полости стержневого ящика и последующей выдержкой стержня в этом ящике.

Мелкие стержни и стержни средних размеров наиболее рационально изготавливать с применением стержневых машин, особенно пескострельных, которые позволяют использовать стержневые ящики универсального назначения.

Другие типы стержневых машин можно рационально использовать, если затраты на изготовление стержневых ящиков для них окупаются достигнутой экономической эффективностью машинной формовки. При одновременной потребности не менее 10–25 стержней отдельных наименований может быть применен способ машинной формовки стержней с использованием жакетов, закрепленных на машине. В жакеты можно вставлять вкладыши разъемных стержневых ящиков, внешние размеры которых соответствуют внутреннему контуру жакетов.

Способ изготовления стержней по шаблону все меньше применяют даже в единичном производстве.

Тем не менее крупногабаритные единичные стержни экономически целесообразно изготавливать по шаблону и комбинированно – по стержневому ящику и скребку или шаблону.

Для серийного производства отливок выбирают наиболее производительный способ изготовления стержней с учетом применения капитальной оснастки. Но и при этом технолог должен стремиться изыскать способ изготовления литейной формы без применения стержней или хотя бы с уменьшением их числа и объема.

При использовании жидких самотвердеющих смесей желательно объединять стержни меньших размеров в более крупные. Поэтому в каждом конкретном случае выбирают такой способ производства стержней, который позволяет получать годные отливки, не прибегая к неоправданному усложнению технологического процесса.

2.7. Назначение формовочных уклонов моделей

Формовочные уклоны моделей выполняются на вертикальных формообразующих поверхностях моделей для обеспечения хорошего извлечения модели без разрушения формы. Величины уклонов назначаются по ГОСТ 3212-80 (табл. 19).

Таблица 19

Формовочные уклоны деревянных модельных комплектов

Высота основной формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон	
	Для наружных поверхностей	Для поверхностей в углублениях моделей
До 10	2°54'	5°45'
10–18	1°54'	3°49'
19–30	1°31'	3°03'
31–50	1°01'	2°05'
51–80	43'	1°26'
81–120	32'	1°03'
121–180	23'	46'
181–250	22'	44'
251–315	22'	44'
316–400	21'	43'
401–500	19'	41'
501–630	19'	38'

Формовочные уклоны выполняются на вертикальных стенках моделей в сторону их извлечения из формы. Обозначение формовочных уклонов на чертеже отливки регламентируются по ГОСТ 3.1125-88 «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок». Если формовочные уклоны на всех вертикальных стенках модели одинаковы, то величина уклонов может быть оговорена в технических требованиях на отливку, которые указываются на свободном поле чертежа.

2.8. Оформление чертежа отливки

Чертеж отливки выполняется на карте эскизов в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ 3.1125-88 «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок» (рис. 13). Допускается графический документ на отливку изображать на учтенной копии чертежа, при этом элементы отливки следует выполнять красным цветом.

В курсовом и дипломном проектах чертеж выполняется на листе формата А1. Для студентов в курсовом проекте необходимо выполнить чертеж детали по имеющейся копии, выданной преподавателем. Чертеж должен быть выполнен в соответствии с требованием ЕСКД и полностью соответствовать исходной копии. Следует учесть, что на поле чертежа отливки должны разместиться технологические указания, требующие дополнительного места: стержневые знаки, литниковая система, прибыли или выпоры, сечения элементов литниковой системы, технические требования на отливку. С учетом этих указаний расстояние между видами чертежа детали должно быть увеличено и на поле чертежа должно быть предусмотрено дополнительное место.

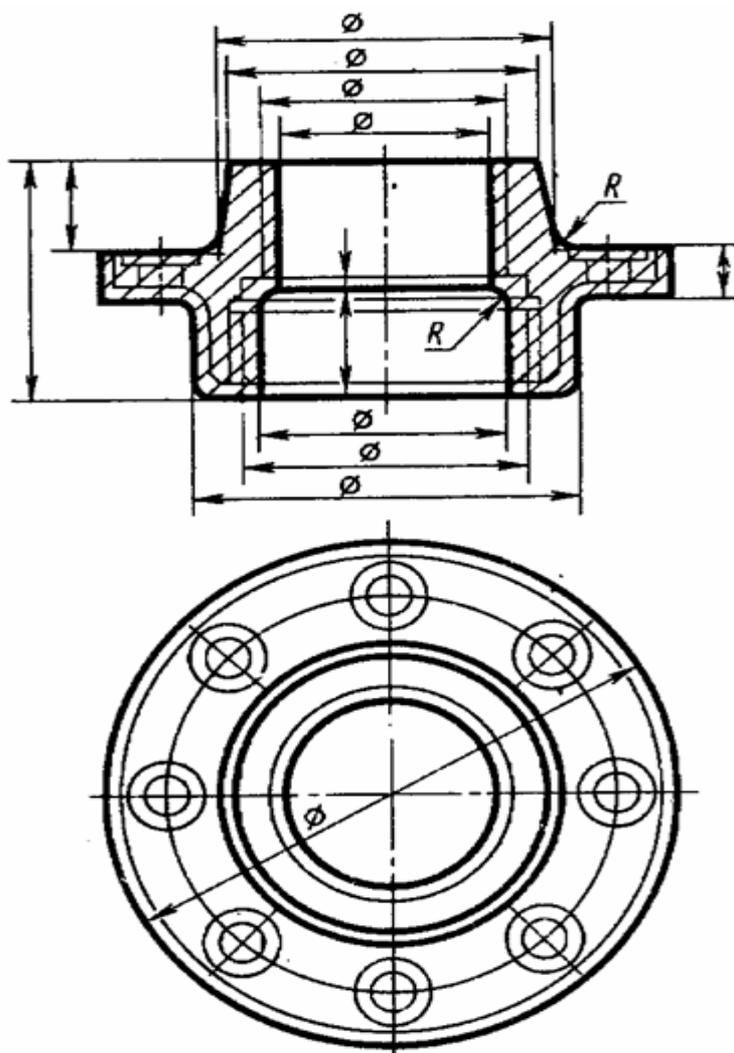


Рис. 13. Чертеж отливки

Все технологические указания на отливку: припуски, стержни, литниково-питающая система и другие – показываются на чертеже тонкой линией. Допускается их цветное изображение. Литниково-питающую систему необходимо показывать так, чтобы было понятно ее расположение по отношению к отливке. Дополнительно показываются сечения всех элементов литниковой системы в соответствии с общетехническими стандартами. Под каждым сечением делается надпись, в которой указываются суммарная площадь сечений, количество данного элемента и площадь одного сечения.

На свободном поле чертежа отливки делается надпись о технических условиях, в которой указываются остальные требования, не отраженные на чертеже, в том числе: точность отливки, формовочные уклоны, неуказанные радиусы, литейная усадка сплава, если требуется – дополнительные требования к химическому составу и структуре, термообработка, гидравлические испытания и другие.

Чертеж отливки с технологическими указаниями считается полным, если по нему можно получить всю информацию о технологии получения отливки.

2.8.1. Обозначение линии разреза на чертеже

Разъем модели и формы показывают на чертеже отрезком или ломанной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком « \times » слева чертежа и знаком « \times » справа чертежа, над которым указывают буквенное обозначение разреза «МФ». Направление разреза показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разреза (рис. 14 и 15). Если модель неразъемная, то указывают только букву «Ф» (рис. 16). Если форма имеет несколько линий разреза, каждый разъем показывается отдельно (рис. 17). Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами «В» (верх) и «Н» (низ), которые проставляют

у стрелок, показывающих направления разреза формы « $\begin{matrix} \uparrow B \\ \downarrow H \end{matrix}$ ».

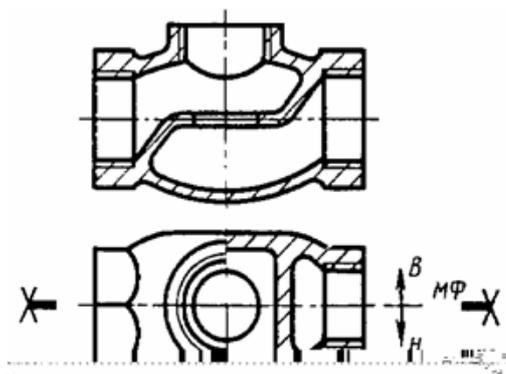


Рис. 14. Обозначение прямой линии разреза

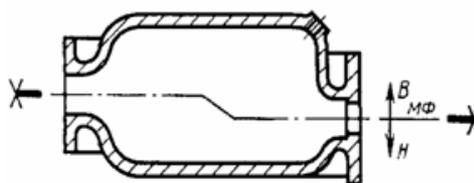


Рис. 15. Обозначение ломаной линии разреза

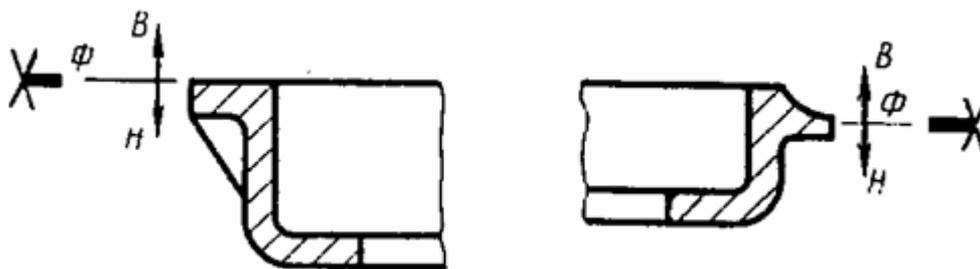


Рис. 16. Обозначение линии разъема формы при неразъемной модели

Если отливка формируется в горизонтальном положении, а заливается в вертикальном, то параллельно направлению заливки проводится сплошная линия, ограниченная стрелками, с указанием верха и низа формы при заливке над стрелками, как это показано на рис. 17.

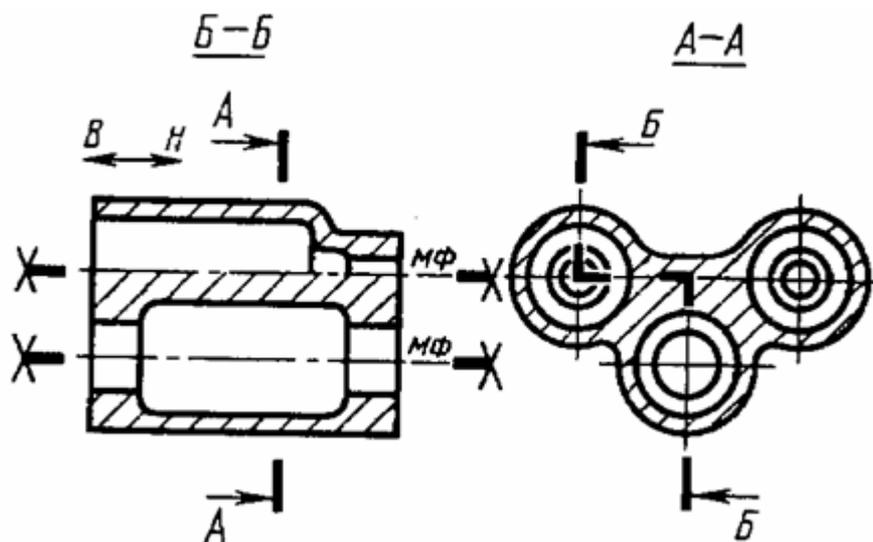


Рис. 17. Обозначение нескольких линий разъема формы и модели

Обозначение линии разъема формы допускается выполнять на минимально необходимом числе изображений на чертеже. Достаточно, чтобы можно было определить положение разъема.

2.8.2. Обозначение припусков на чертеже отливки

Как сказано выше, припуски назначаются на поверхности, подлежащие механической обработке. На чертеже припуски изображают сплошной тонкой линией. Допускается изображать линию припуска красным цветом. Цветное изображение наглядней, поэтому на чертеже отливки в курсовом проекте изображения лучше выполнять в цвете.

Величину припуска на механическую обработку указывают цифрой перед знаком шероховатости поверхности детали. Например, если на поверхность назначен припуск

величиной 3,2 мм, то его обозначение будет выглядеть так: $3,2 \sqrt{6,4}$ (6,4 – величина шероховатости). Если обозначение знака шероховатости и величины припуска трудно просматриваются на основной линии, то их можно проставлять на выносной полке. На рис. 18 показано обозначение припусков на одном из видов чертежа отливки.

Отверстия, впадины и т. п., не выполняемые при отливке детали, зачеркиваются сплошными тонкими крестообразными линиями, которые в курсовом проекте выполняются также красным цветом. Заглушенные отверстия перечеркиваются на всех изображениях детали (рис. 18).

Технологический припуск указывают цифрой со знаком «плюс» (+) или «минус» (–) и буквой «Т». Знак «минус» ставится на внутренние размеры. Технологический припуск проставляют на продолжении размерной линии или на полке линии-выноски.

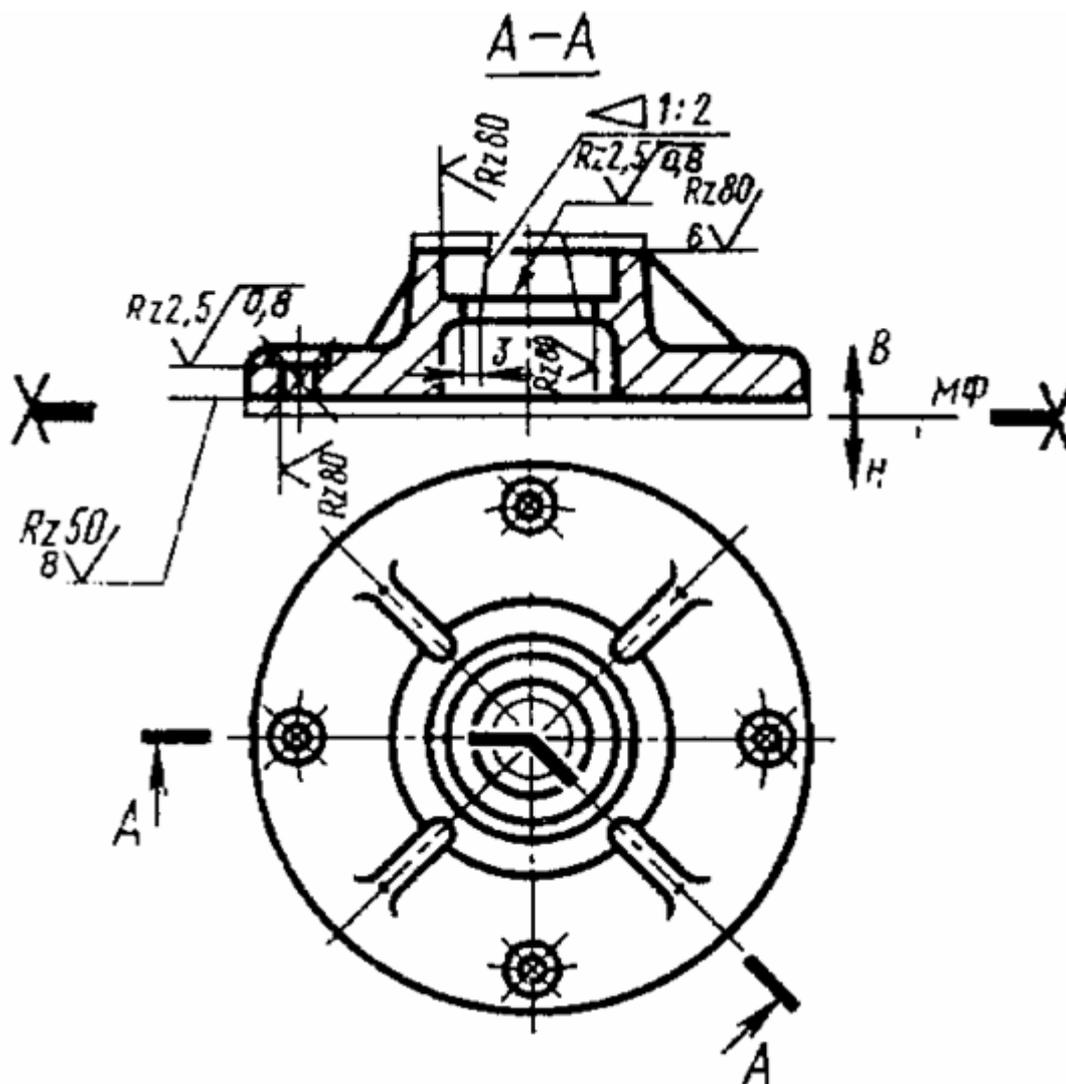


Рис. 18. Обозначение припусков на механическую обработку

2.8.3. Изображение и обозначение стержней на чертеже отливки

Стержни, их знаки и фиксаторы, стержни-перемычки, разделительные диафрагмы легкоотделяемых прибылей и знаки модели изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией (рис. 19–21), которую допускается выполнять синим цветом.

Если близкое расположение изображений на чертеже детали не позволяет показывать знаки стержней в масштабе, то разрешается делать разрыв знака или изображать его не в масштабе, то есть укороченным (рис. 20).

Стержни обозначают буквами «ст.» и порядковыми номерами в соответствии с порядком установки стержней в форму, например, «ст. 3» (рис. 19). Номер стержня проставляют на

минимально необходимом количестве изображений, но достаточном для однозначного понимания.

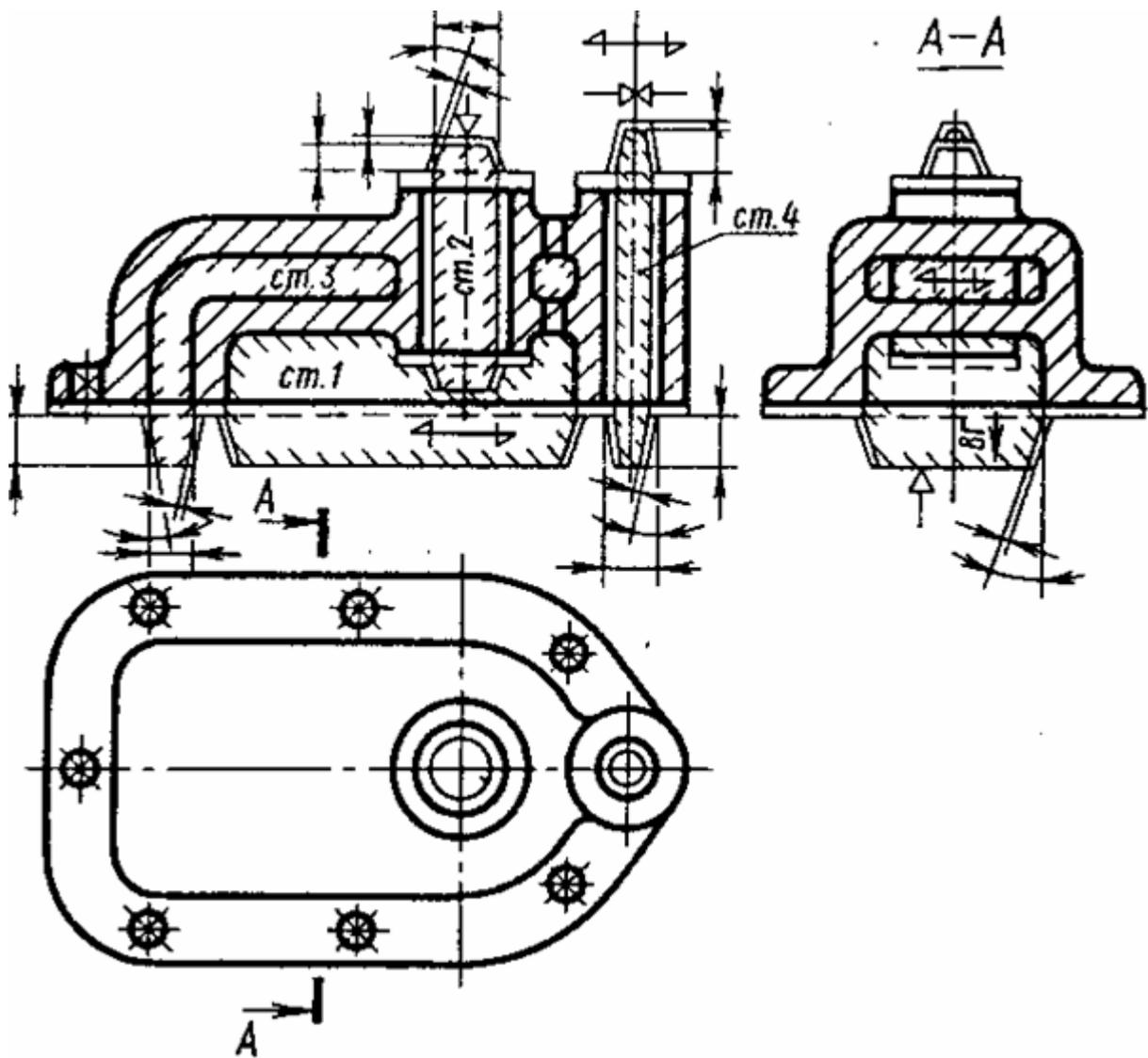


Рис. 19. Изображение стержней с технологическими указаниями

Рис. 20. Изображение стержневого знака большой длины

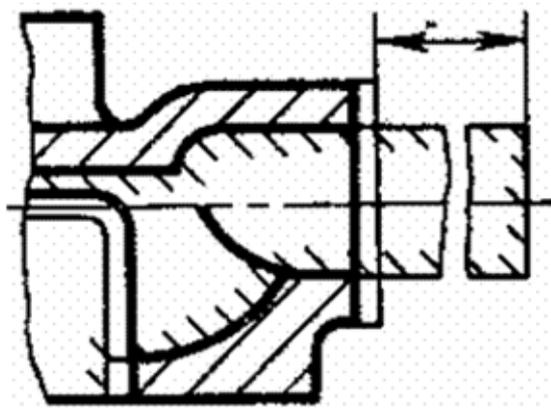


Рис. 20. Изображение стержневого знака большой длины

При обозначении стандартизированных стержней-перемычек и диафрагм их условное обозначение указывают на полке линии-выноски (рис. 21 и 22).

На рис. 23 показан значок направления набивки стержня. Плоскость разъема стержневого ящика назначается с целью извлечения стержня. На рис. 24 показано обозначение значка разъема стержневого ящика. На рис. 25 показано обозначение плоскости разъема стержневого ящика и направления набивки стержня на чертеже отливки.

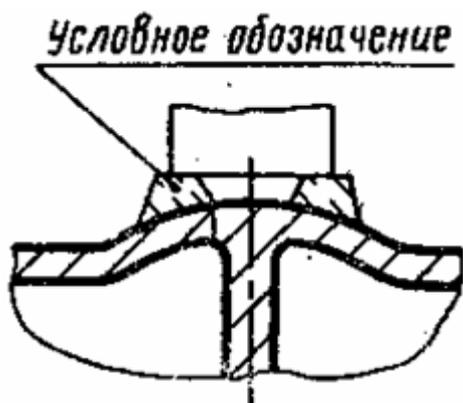


Рис. 21. Обозначение стержня-перемычки на чертеже

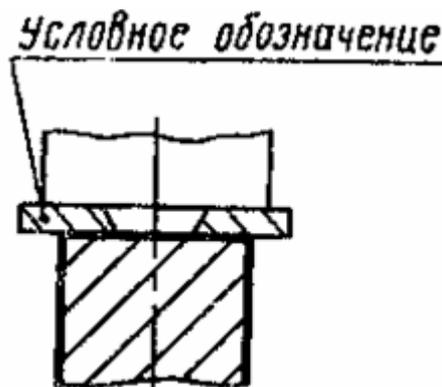


Рис. 22. Обозначение стержня-диафрагмы на чертеже

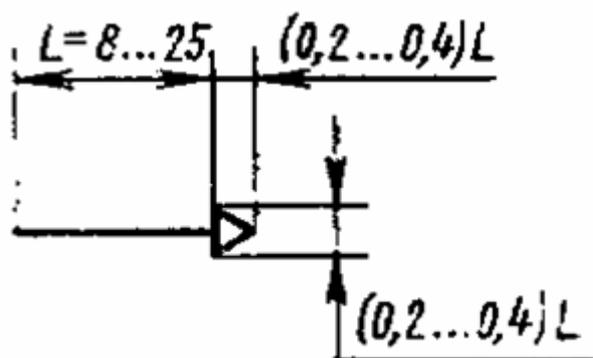


Рис. 23. Размеры значка направления набивки стержня

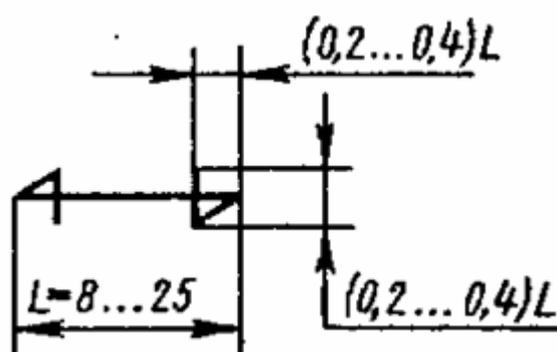
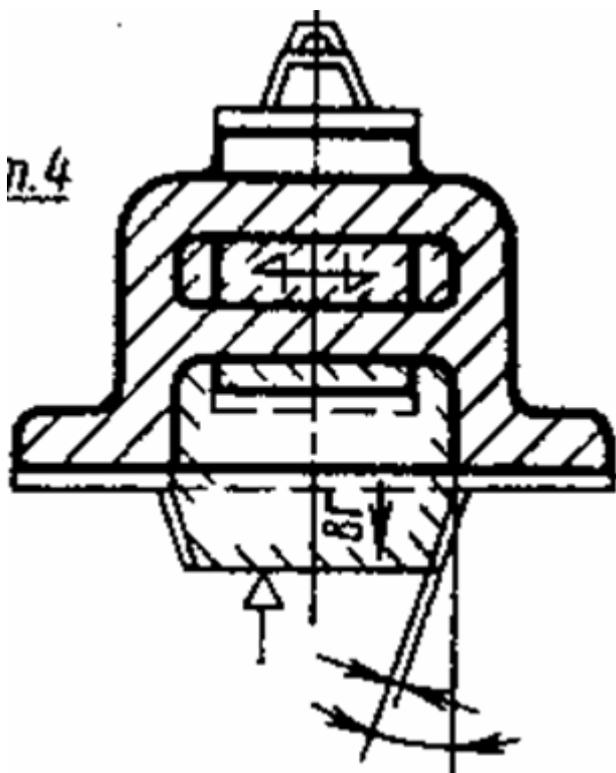


Рис. 24. Размеры значка разъема стержневого ящика

с. 25. Обозначение плоскости разъема стержневого ящика и направления набивки стержня на чертеже отливки



2.8.4. Изображение и обозначение литниковой системы

Литниковую систему выполняют в масштабе изображения детали сплошной тонкой линией (рис. 26 и 27), и ее допускается выполнять красным цветом.

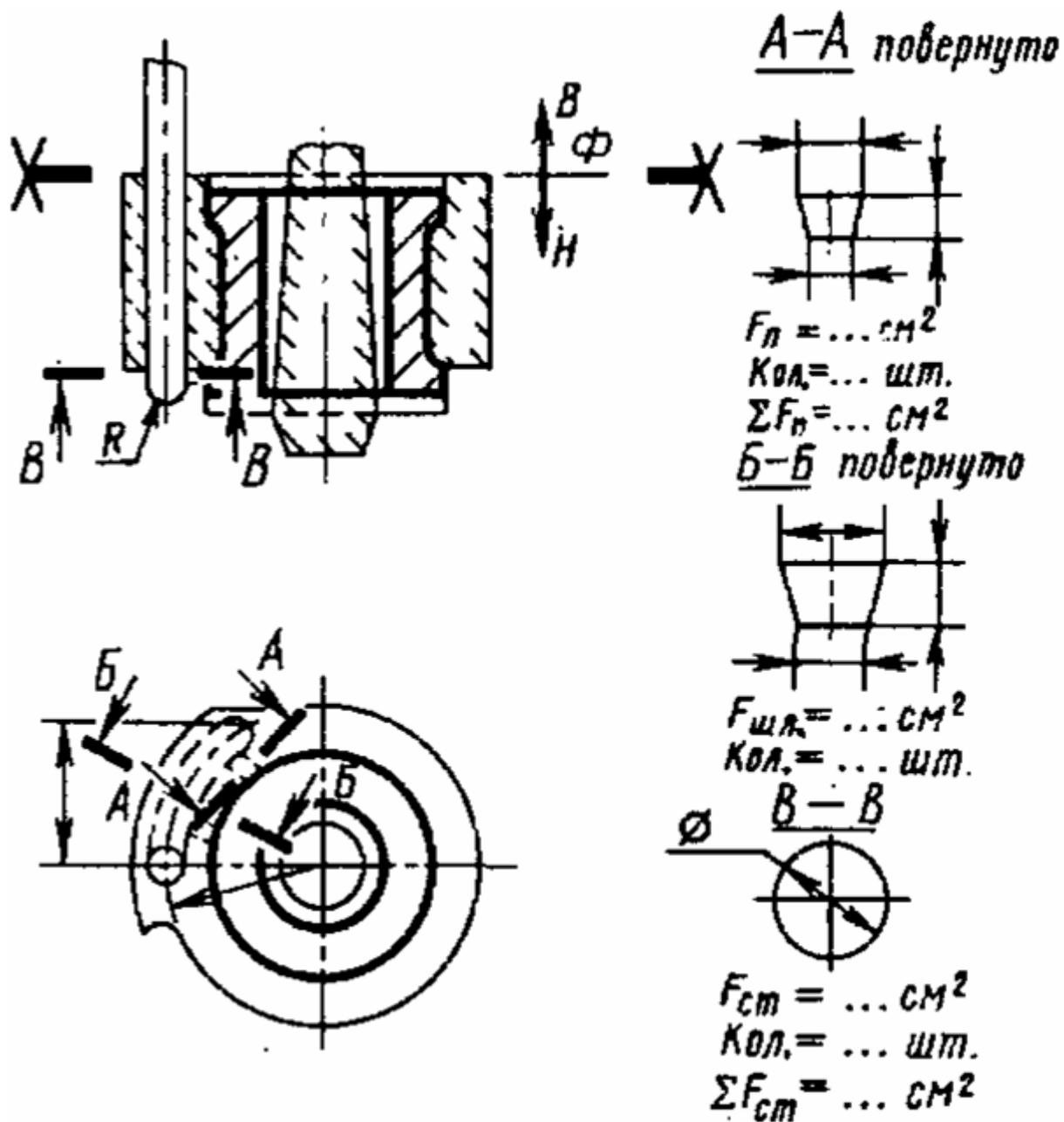


Рис. 26. Изображение литниковой системы в стержне для круглой отливки

При наличии карты эскизов, в которой показаны расположения моделей и литниковой системы на модельной плите, литниковую систему допускается не изображать на карте эскизов отдельных отливок. В этом случае достаточно изобразить места сопряжения питателей с телом отливки и привести ссылку на карту эскизов с изображением литниковой системы.

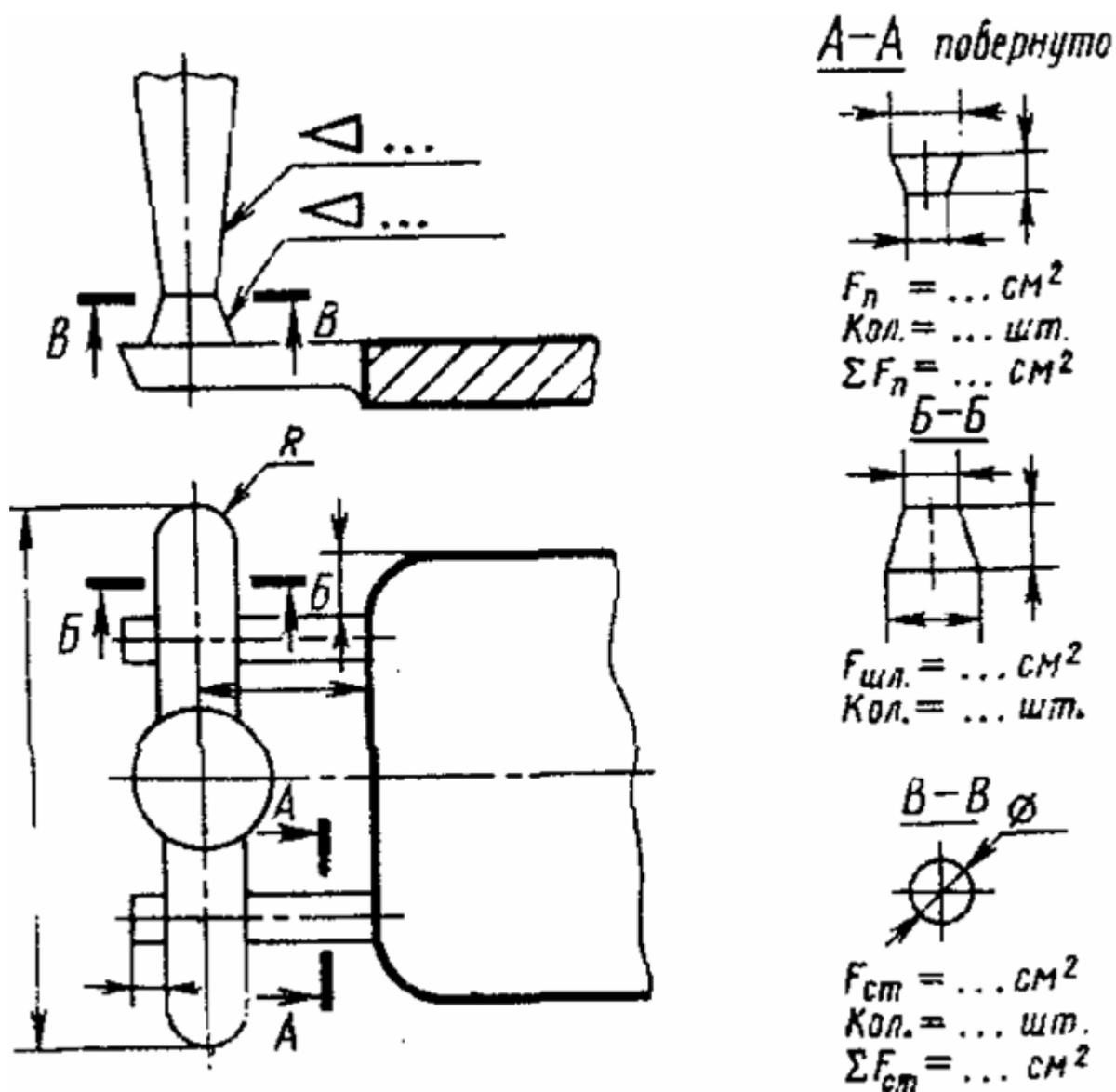


Рис. 27. Изображение литниковой системы на чертеже отливки

В случае если на копии чертежа детали недостаточно места для изображения литниковой системы в масштабе, допускается изображать ее с отступлением от масштаба.

Сечения элементов литниковой системы не штрихуют. У каждого сечения элементов литниковой системы допускается указывать площадь сечения в квадратных сантиметрах, количество и суммарную их площадь.

Площади сечений обозначают: питателей – $F_{п}$, шлаковиков – $F_{шл}$, стояков – $F_{ст}$ и т. д. Суммарные площади обозначают: питателей – $\Sigma F_{п}$, стояков $\Sigma F_{ст}$ и т. д.

При выполнении литниковой системы в керамических сифонных трубках их изображение не приводят. В технических требованиях помещают надпись: «На участке... литниковую систему выполнять в керамических трубках по ГОСТ...».

Прибыль обозначают порядковым номером на полке линии-выноски, перед которым ставят слово «Прибыль». Если на отливке устанавливают несколько одинаковых прибылей, то им

присваивают одинаковые номера, и на полке линии-выноски после номера прибыли указывают общее количество устанавливаемых на отливке прибылей этого номера (рис. 28).

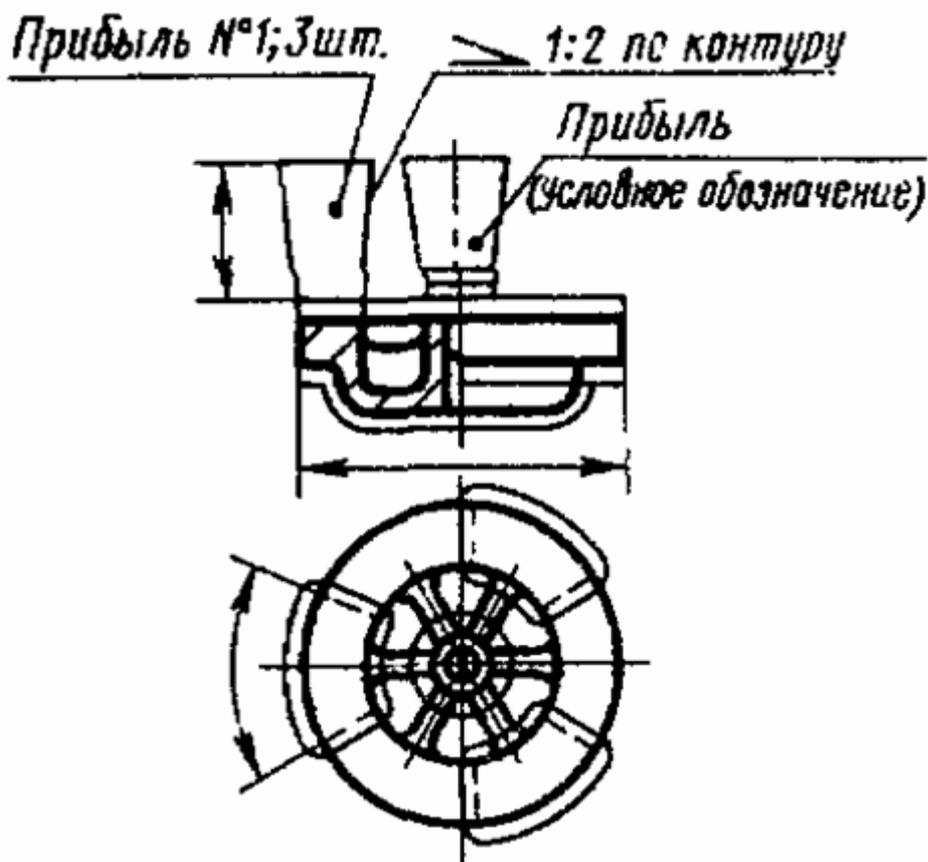


Рис. 28. Изображение прибыли на чертеже отливки

Рис. 29. Изображение мест установки газообразующих патронов на чертеже отливки

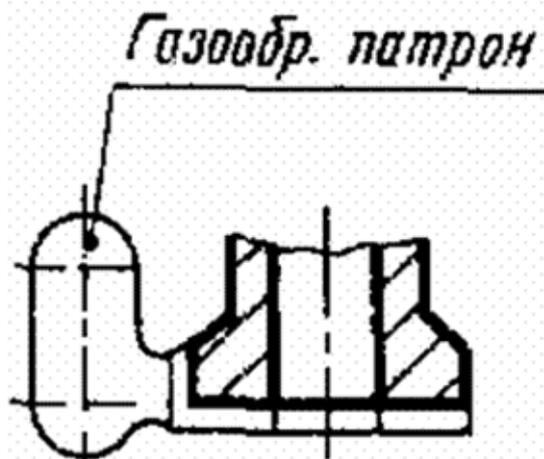


Рис. 29. Изображение мест установки газообразующих патронов на чертеже отливки

Прибыль изображают сплошной тонкой линией,

которую допускается выполнять красным цветом.

При установке на отливке стандартизованных прибылей на полке линии-выноски указывают их условное обозначение, а размеры прибыли в этом случае не указывают.

Места установки газообразующих патронов указывают надписью на полке линии-выноски «Газообр. патрон» (рис. 29).

Фильтрующие сетки полностью не вычерчивают, а изображают только их контур сплошной основной линией.

2.8.5. Изображение и обозначение холодильников

Холодильники изображают в масштабе изображения детали сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять зеленым цветом. В сечениях холодильники штрихуют (рис. 30).

Обозначение холодильников состоит из слова «Хол.», порядкового номера, количества холодильников, которые проставляют на полке линии-выноски (рис. 30).

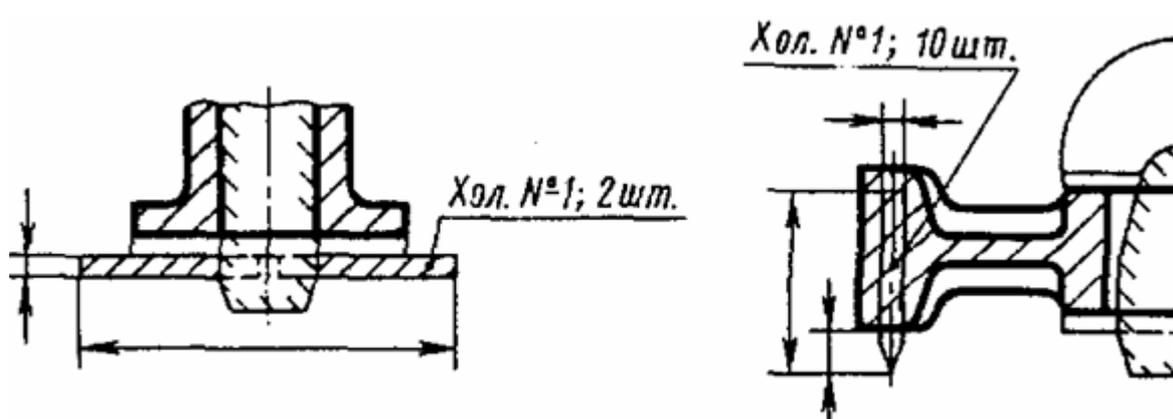


Рис. 30. Изображение холодильников на чертеже отливки

При применении стандартизованных холодильников на полке линии-выноски указывают их условное обозначение. Размеры в этом случае на изображение не наносят.

2.8.6. Изображение усадочных ребер, стяжек, проб для механических и других испытаний и технологических приливов

Усадочные ребра, стяжки, пробы и технологические приливы изображают в масштабе детали сплошной тонкой линией (рис. 31–33), которую допускается выполнять красным цветом.

Назначение отливаемой пробы указывают на полке линии-выноски соответствующей надписью (рис. 33).



Рис. 31. Изображение усадочных ребер и технологических приливов

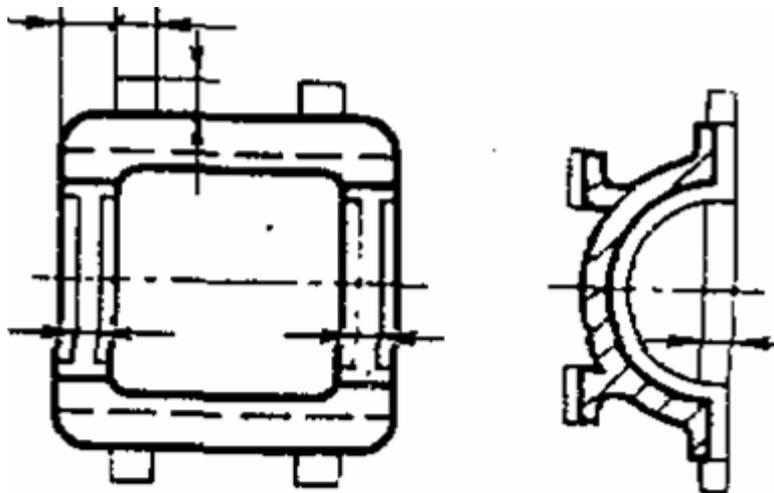


Рис. 32. Изображение стяжек

При изображении стандартизованных проб на полке линии-выноски указывают их условное обозначение. Размеры в этом случае на изображение не наносят.

2.8.7. Изображение жеребеек и обозначение мест вывода газов из формы и стержней

Жеребейки изображают в соответствии с требованиями табл. 20.

Места вывода газов из формы и стержней показывают стрелками и обозначают буквами «ВГ» (выход газа), располагаемыми вдоль стрелки (рис. 19). Размер стрелки – по ГОСТ 2.305-68.

Графическое обозначение элементов литейных форм в сечениях должно соответствовать указанным в табл. 20.

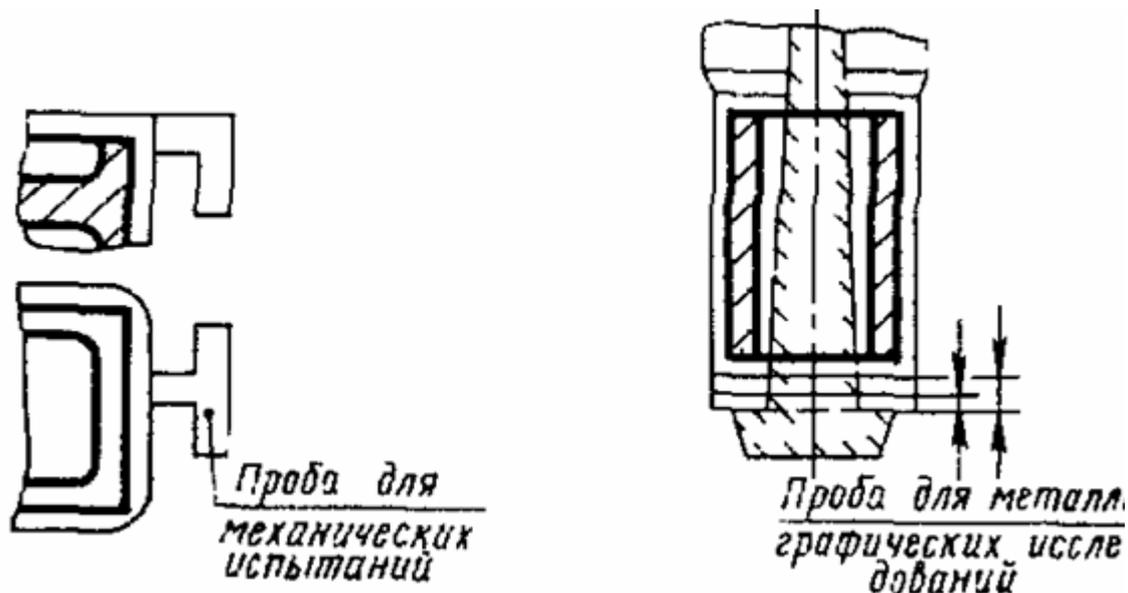


Рис. 33. Изображение проб

2.8.8. Правила графического изображения отливок

При вычерчивании отливки следует учитывать все припуски с указанием их величины (см. рис. 13). Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, изображают сплошной тонкой линией. Допускается при несложных отливках перечисленные элементы не изображать.

Остатки питателей, выпоров, промывников, стяжек и прибылей, если их не удаляют полностью в литейном цехе, выполняют на изображении отливки. Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т. д. ее выполняют сплошной тонкой линией, при огневой резке или обламывании – сплошной волнистой линией (рис. 34).

Усадочные ребра, стяжки, технологические приливы, пробы для испытаний, не удаляемые в литейном цехе, выполняют на изображении отливки полностью сплошной основной линией (рис. 31–33).

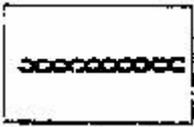
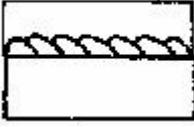
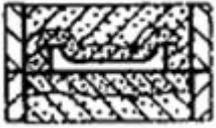
Для проб, вырезаемых из тела отливки, указывают размеры, определяющие место их вырезки (рис. 33).

Назначение пробы указывают на полке линии-выноски (рис. 33).

Таблица 20

Обозначение элементов литейных форм в сечениях

Наименование элемента	Обозначение	Наименование элемента	Обозначение
Гарь		Жеребейки	

Солома		Крючки	
Фитиль		Выход газов из стержня	
Металлическая стружка			
Газоотводные наколы		Облицовочный слой в форме	
Шпильки			

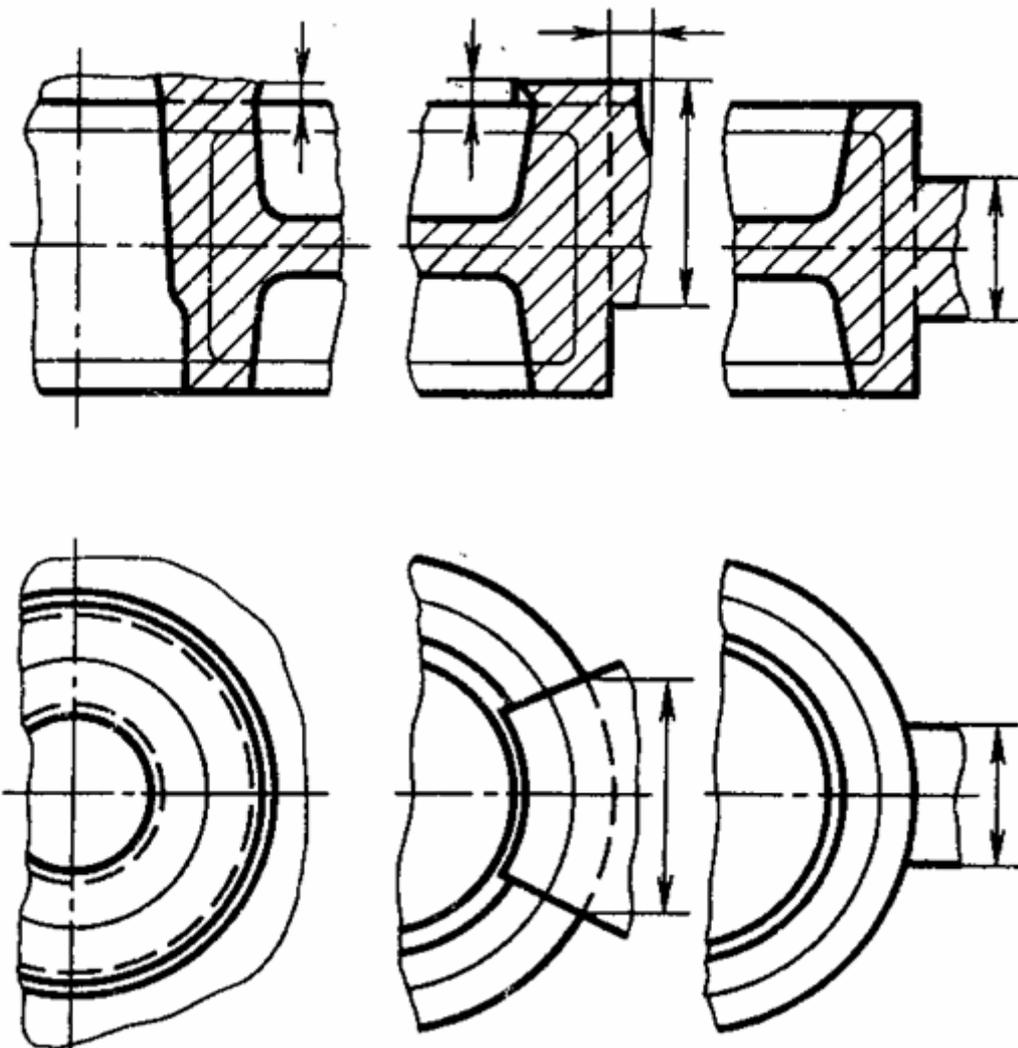


Рис. 34. Изображение остатков питателей и прибылей

Контрольные вопросы

1. Каков порядок разработки технологии изготовления отливок?
2. По каким критериям выбираются способы изготовления отливок и форм?
3. Как назначается точность отливки?
4. Каковы общие требования для выбора положения отливки в форме в момент заливки?
5. На какие поверхности отливки назначают припуски на механическую обработку?
6. От каких параметров отливки и техпроцесса зависит величина припуска?
7. Как назначается припуск на механическую обработку? Как он обозначается на чертеже отливки?
8. Что называется линией разъема формы и модели?
9. В каких случаях назначается линия разъема модели?
10. Почему изготавливают отъемные части моделей? Каковы общие требования к моделям и стержневым ящикам?
11. Чем модель отличается от отливки?
12. Каковы общие требования при выборе линии разъема формы?
13. Как обозначается линия разъема и положение отливки в форме на чертеже отливки?
14. Как обозначается стержень на чертеже отливки?
15. Как определяются размеры стержневых знаков?
16. Назовите общие принципы выбора места подвода металла к отливке при ее заливке и назначение литниковой системы? Как обозначаются сечения элементов литниковой системы?
17. Как обозначаются сечения элементов литниковой системы?
18. Как показывается форма в сборе на чертеже?

Заключение

Технологический процесс получения отливки заключается в проектировании литой заготовки, назначении технологических указаний и выборе основных операций. Чертеж отливки с технологическими указаниями на изготовление, выполненный в соответствии с настоящим учебным пособием, несет всю исходную технологическую информацию о формовке и изготовлении стержней и служит для изготовления моделей и стержневых ящиках, а также для проектирования металлической литейной оснастки.

Освоение данного раздела дисциплины «Технология конструкционных материалов» дает возможность квалифицированно решать вопросы эксплуатации и ремонта литых деталей подвижного состава. Повышение уровня знаний в этой области позволит обеспечить возможность улучшения надежности эксплуатации тяжелонагруженных деталей, например автосцепок, крестовин, тормозных колодок, колесных пар и др

Приложение 1

Таблица

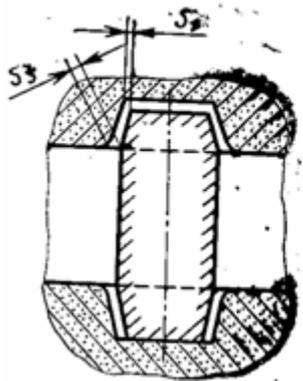
Классы размерной точности отливок (ГОСТ 26645-85)

Технологический процесс литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава			
		Цветные легкие нетермообрабатываемые сплавы	Нетермообрабатываемые черные и цветные тугоплавкие сплавы и термообрабатываемые цветные легкие сплавы	Термообрабатываемые чугуны и цветные тугоплавкие сплавы	Термообрабатываемые стальные сплавы

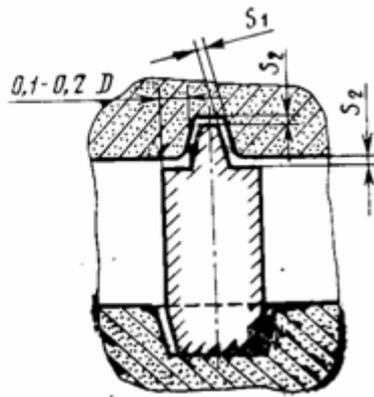
		Классы размерной точности отливки			
Литье под давлением в металлические формы и по выжигаемым моделям с применением малотерморасширяющихся огнеупорных материалов	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	3Т-6 3-7Т 4-7	3-7Т 4-7 5Т-8	4-7 5Т-8 5-9Т	5Т-8 5-9Т 6-9
Литье по выжигаемым моделям с применением кварцевых огнеупорных материалов	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	3-7 4-8 5Т-9Т	4-8 5Т-9Т 5-9	5Т-9Т 5-9 6-10	5-9 6-10 7Т-11Т
Литье под низким давлением и в кокиль без песчаных стержней	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св. 630 до 1600 Св. 1600 до 4000	5Т-9Т 5-9 6-10 7Т-11Т 7-11	5-9 6-10 7Т-11Т 7-11 8-12	6-10 7Т-11Т 7-11 8-12 9Т-13Т	7Т-11Т 7-11 8-12 9Т-13Т 9-13
Литье в песчано-глинистые сырые формы из низковлажных (до 2,8 %) высокопрочных (более 160 кПа или 1,6 кг/см ²) смесей, с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св. 630 до 1600 Св. 1600 до 4000 Св. 4000 до 10000	5-10 6-11Т 7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13	6-11Т 7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13 9-13	7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14	7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14
Литье по газифицируемым моделям в песчаные формы. Литье в формы, отвержденные в контакте с холодной оснасткой. Литье под низким давлением и в кокиль с песчаными стержнями. Литье в облицованный кокиль	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св. 630 до 1600 Св. 1600 до 4000 Св. 4000 до 10000	5-10 6-11Т 7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13	6-11Т 7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13 9-13	7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14	7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14
Литье в песчано-глинистые сырые формы из смесей с влажностью от 3,5 до 4,5 % и прочностью от 60 до 120 кПа (от 0,6 до 1,2 кг/см ²) с уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц. Литье в оболочковые формы из терморезистивных смесей. Литье в формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой без тепловой сушки	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св. 630 до 1600 Св. 1600 до 4000 Св. 4000 до 10000	7Т-11 7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14	7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14	8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14 11-15	9Т-13 9-13 10-14 11Т-14 11-15 12-15
Литье в песчано-глинистые сырые формы из высоковлажных (более 4,5 %) низкопрочных (до 60 кПа или 0,6 кг/см ²) смесей, с низким уровнем уплотнения до твердости ниже 70 единиц	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св. 630 до 1600 Св. 1600 до 4000 Св. 4000 до 10000 Св. 10000	7-12 8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14 11-15	8-13Т 9Т-13 9-13 10-14 11Т-14 11-15 12-15	9Т-13 9-13 10-14 11Т-14 11-15 12-15 13Т-16	9-13 10-14 11Т-14 11-15 12-15 13Т-16 13-16

Приложение 2

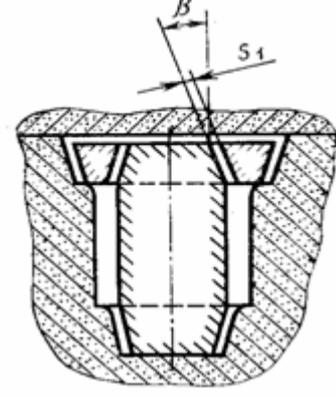
Пример 1



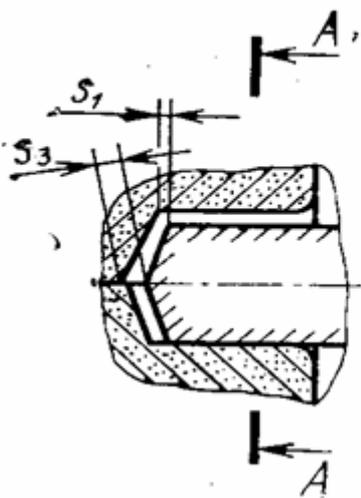
Пример 2



Пример 3

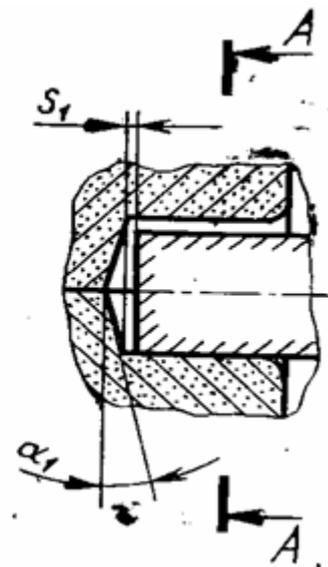


Пример 4



A-A

Пример 5



A-A

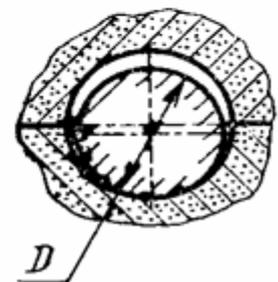
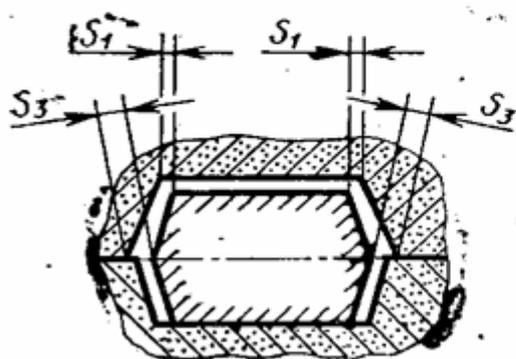
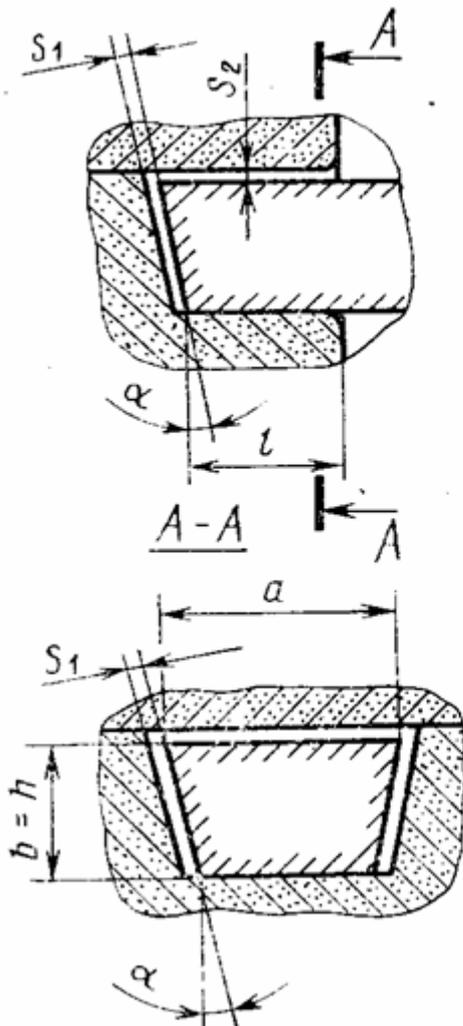
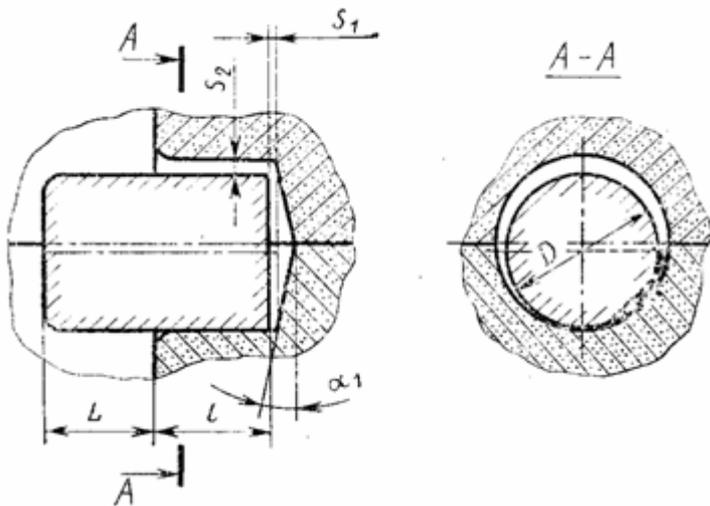


Рис. 1. Примеры конструктивных исполнений формовочных уклонов и зазоров стержневых знаков (окончание см. на с. 70)

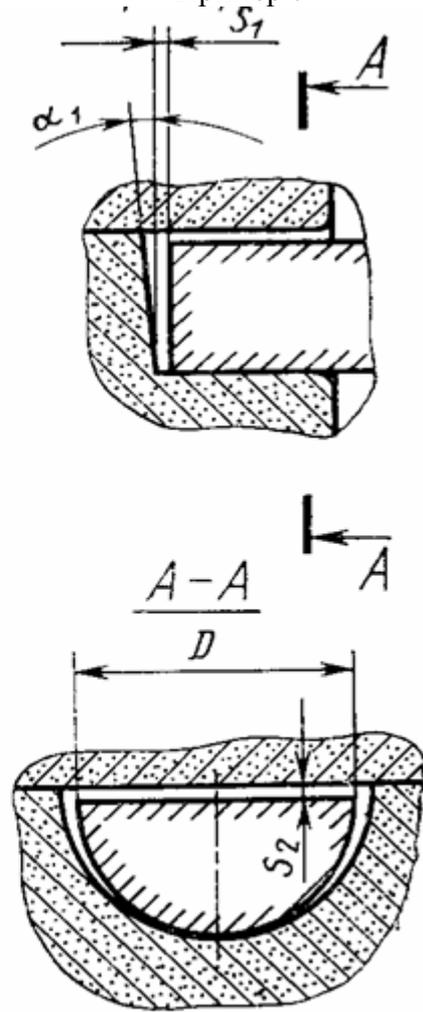
Пример 6



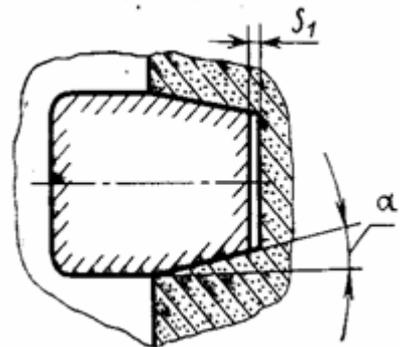
Пример 8



Пример 7



Пример 9



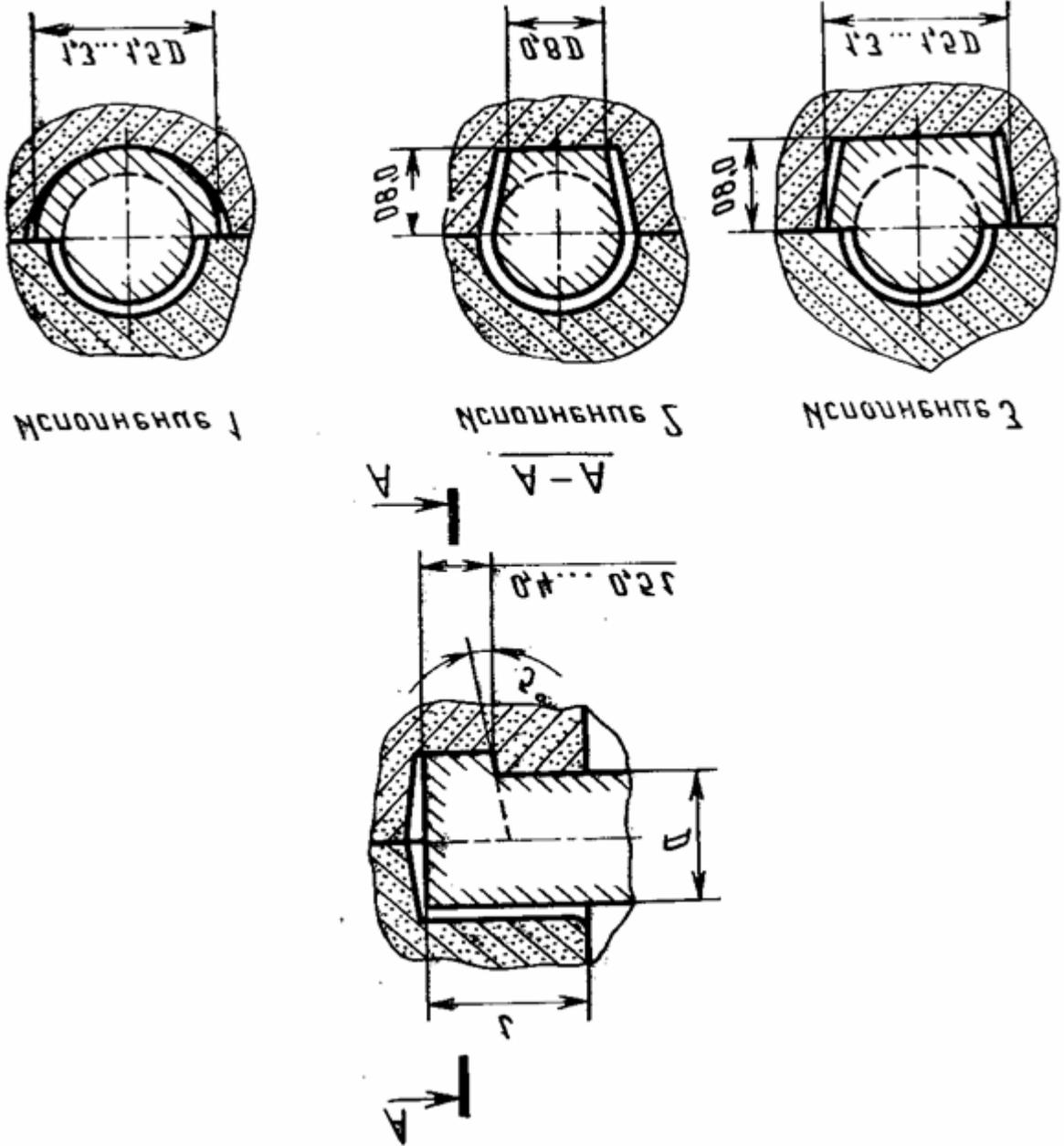


Рис. 2. Примеры конструктивных исполнений контрольных знаков (продолжение и окончание см. на с. 72–74)

Пример 2

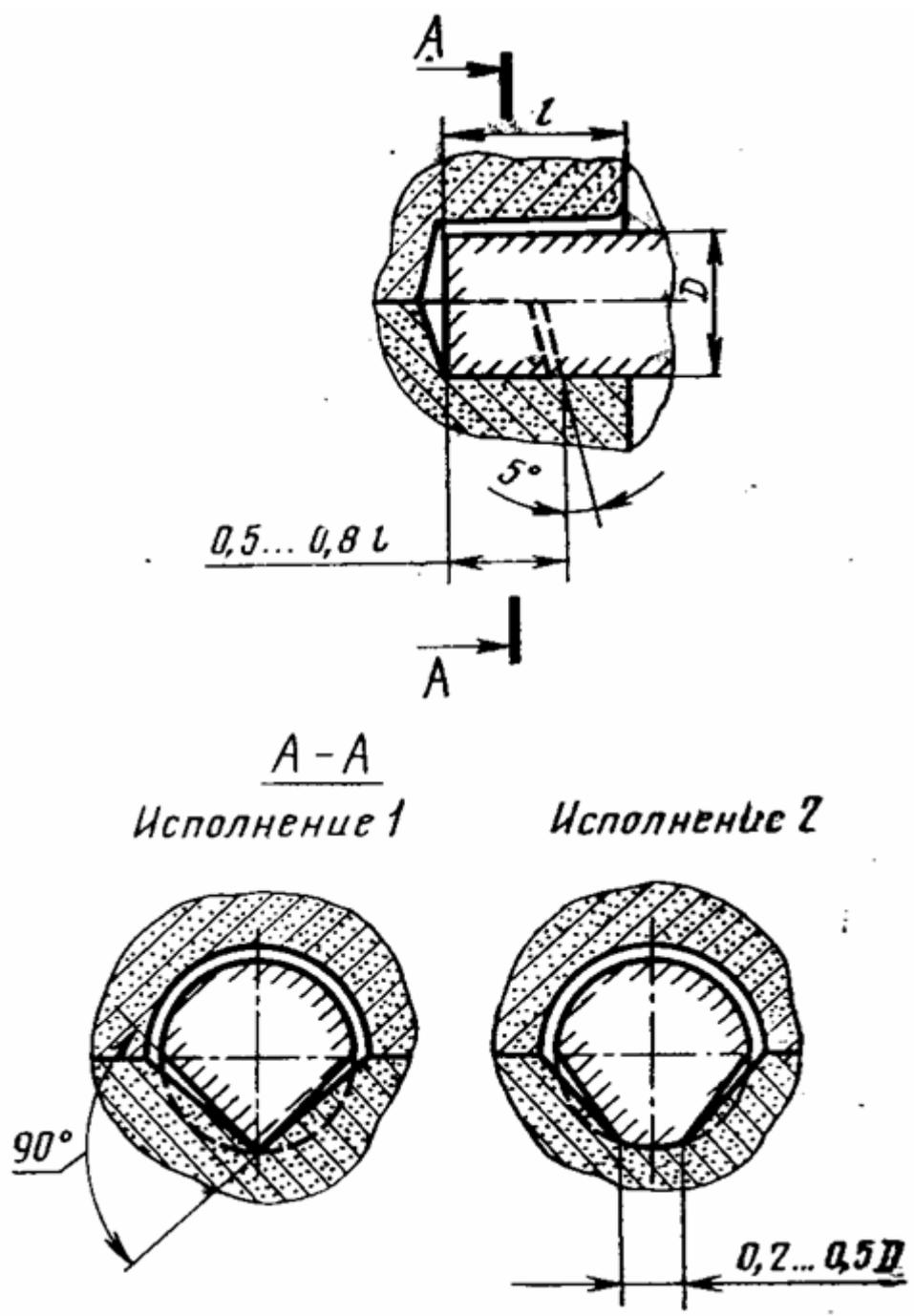
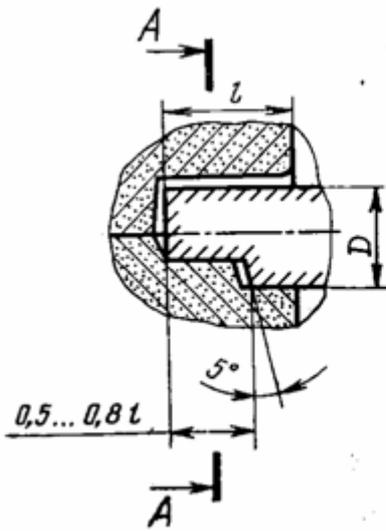
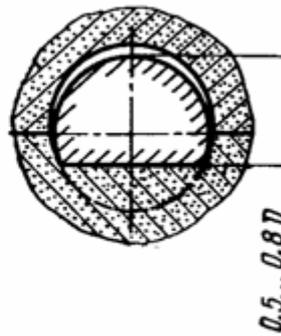


Рис. 2. Продолжение (начало см. на с. 71, продолжение и окончание – на с. 73–74)

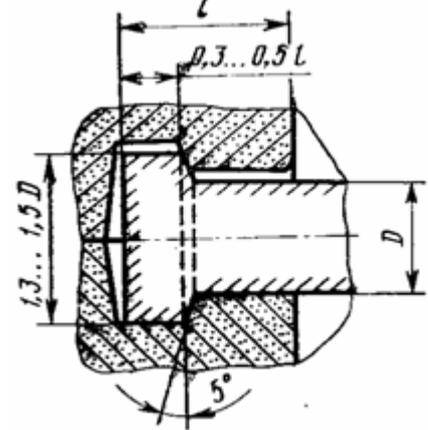
Пример 3



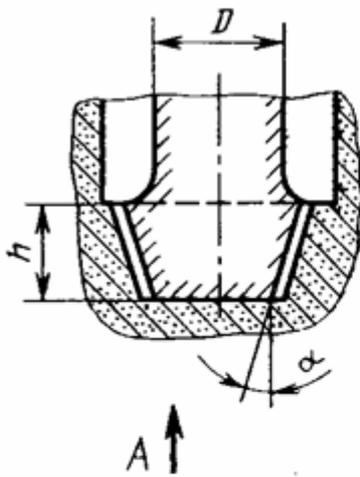
A-A



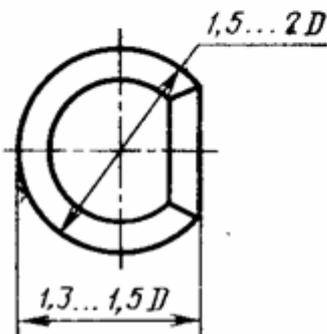
Пример 4



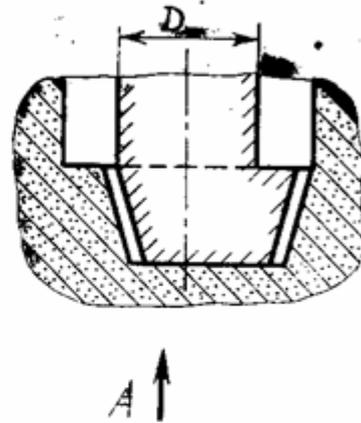
Пример 5



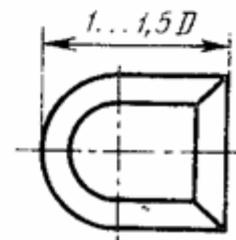
Вид А



Пример 6



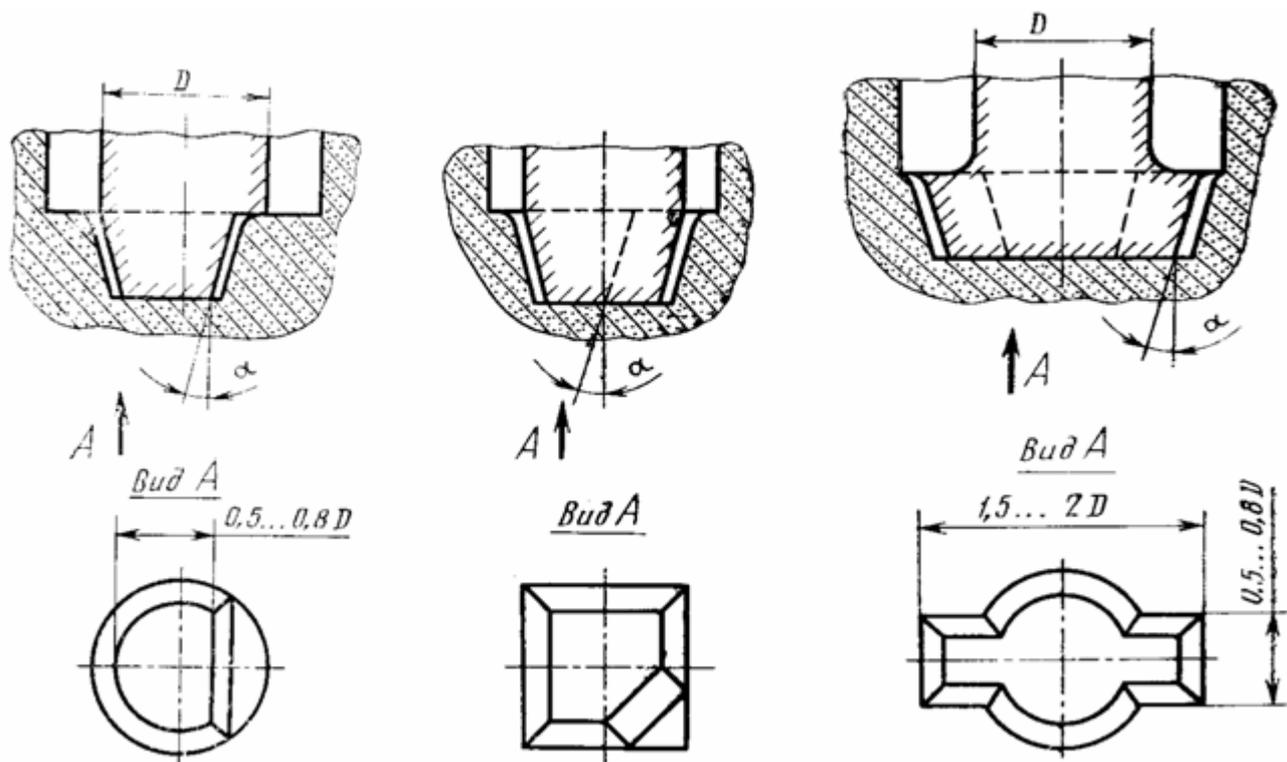
Вид А



Пример 7

Пример 8

Пример 9



Библиографический Список

1. Рыжиков, А.А. Технологические основы литейного производства / А.А. Рыжиков. – М.: Машгиз, 1962. – 524 с.
2. Емельянова, А.П. Технология литейной формы: Учеб. для техникумов цветной металлургии / А.П. Емельянова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.: ил.
3. Берг, П.П. Качество литейной формы / П.П. Берг. – М.: Машиностроение, 1961. – 280 с.
4. Степанов, А.Ю. Технология литейного производства / А.Ю. Степанов, В.Н. Семёнов. – М.: Машиностроение, 1963. – 407 с.
5. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гиршовича. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд.), 1978. – 758 с.
6. Берг, П.П. Формовочные материалы / П.П. Берг. – М.: Машиностроение. 1963. – 407 с.
7. Балабин, В.В. Модельное производство / В.В. Балабин. – М.: Машиностроение, 1970. – 301 с.
8. Нижичевский, А.С. Литейные металлические модели / А.С. Нижичевский. – М.: Машиностроение, 1973. – 348 с.
9. Степанов, А.Ю. Технология литейного производства / А.Ю. Степанов, Г.Н. Баладин, В.А. Рыбкин. – М.: Машиностроение, 1983. – 285 с.
10. Курдюмов, А.В. Лабораторные работы по технологии литейного производства / А.В. Курдюмов. – М.: Машиностроение, 1990. – 271 с.
11. Дубицкий, Г.М. Литниковые системы / Г.М. Дубицкий. – Свердловск: Машгиз, 1962. – 255 с.
12. Василевский, П.Ф. Технология стального литья / П.Ф. Василевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.
13. Коротков, А.Н. Литьё в оболочковые формы / А.Н. Коротков, А.М. Полевая. – М.: Машгиз, 1963. – 406 с.
14. Литейное производство / Под ред. И.Б. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 318 с.
15. Борсук, П.А. Жидкие самотвердеющие смеси / П.А. Борсук, А.М. Лясс. – М.: Машиностроение, 1979. – 254 с.
16. Медведев, Я.И. Технологические испытания формовочных материалов / Я.И. Медведев, И.В. Василевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 308 с.
17. Чечулин, В.А. Усадка металлов и сплавов / В.А. Чечулин. – Свердловск, УПИ, 1983. – 48 с.
18. Кауфман, А.С. Расчёт прибылей для отливок / А.С. Кауфман, В.А. Чечулин. – Свердловск, УПИ, 1981. – 23 с.
19. Чуркин, Б.С. Конструирование и расчёт литниковых систем / Б.С. Чуркин. – Свердловск: УПИ, 1985. – 53 с.
20. Чуркин, Б.С. Технологические расчёты заполнения форм / Б.С. Чуркин. – Свердловск, УПИ, 1984. – 33 с.
21. Минаев, А.А. Вакуумная формовка / А.А. Минаев, Е.Б. Ноткин, В.А. Сазонов. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с.
22. Жуковский, С.С. Холоднотвердеющие смеси / С.С. Жуковский, А.М. Лясс. – М.: Машиностроение, 1976. – 225 с.
23. Зотов, Б.Н. Художественное литье: Учебн. пособие для учащихся средних профессионально-технических училищ. / Б.Н. Зотов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 288 с.: ил.
24. Жебин, М.И. Изготовление форм и приготовление литейных сплавов: Учеб. для средних проф.-техн. училищ / М.И. Жебин, М.Н. Сосненко. – М.: Высш. школа, 1982. – 304 с.: ил.
25. Липницкий, А.М. Справочник рабочего-литейщика / А.М. Липницкий, И.В. Морозов. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд.), 1976. – 344 с.: ил.
26. Фишель, Б.Т. Разработка чертежей отливок / Б.Т. Фишель. – Москва–Свердловск: Машгиз, 1963. – 72 с., ил.

27. Бауман, Б.В. Технологические основы литейного производства. Формовочные материалы: Учеб. пособие для практических занятий, дипломного и курсового проектирования студентам специальности 11.04 / Б.В. Бауман, П.А. Борсук, Л.Я. Козлов. – М.: Изд-во МГИСиС, 1996. – 97 с.
28. Косников, Г.А. Литейное производство. Проектирование технологии получения отливок в разовых формах: Учеб. пособие / Г.А. Косников, Л.М. Морозова. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 51 с.