

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный технический университет»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВКИ

Методические указания к выполнению лабораторной работы

Омск
Издательство ОмГТУ
2017

Составитель *Скобелев Станислав Борисович*, канд. техн. наук, доц. кафедры
«Технология машиностроения» ОмГТУ

Издание содержит методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Проектирование и производство заготовок». Изложена методика проектирования штамповок и разработки чертежа заготовки. Кратко освещены теоретические вопросы по теме.

Для обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (очная, очно-заочная и заочная формы обучения).

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
1. Порядок подготовки к лабораторной работе и её выполнения	5
2. Краткие теоретические сведения по выбору метода получения заготовки.....	7
3. Последовательность проектирования.....	14
4. Выбор положения поверхности разъема штампа.....	15
5. Определение исходного индекса.....	18
6. Назначение припусков, штамповочных уклонов и радиусов закруглений.....	22
7. Проектирование углублений и отверстий.....	23
8. Назначение технических требований	27
9. Расчет себестоимости штамповок.....	32
Контрольные вопросы	38
Библиографический список	40
Приложение	41

ПРЕДИСЛОВИЕ

Издание содержит методические указания к выполнению лабораторной работы на тему «Технологическое проектирование штамповки» по дисциплине «Проектирование и производство заготовок». Данная дисциплина изучается студентами третьего курса направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Основными документами, в соответствии с которыми будет выполняться проектирование, являются: ГОСТ 7505–89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски», ГОСТ 8479–70 «Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия».

В процессе выполнения лабораторной работы студенты приобретут навыки самостоятельного проектирования штамповок: выбора метода получения заготовки с учетом конкретных производственных условий и требований, предъявляемых к детали при ее эксплуатации; проектирования чертежа заготовки вручную и с помощью программы Kompas 3D.

В настоящее издание включены краткие теоретические сведения по теме работы, порядок выполнения работы, варианты индивидуальных заданий, необходимые для проектирования справочные данные, пример выполнения чертежей штамповок и контрольные вопросы.

Методические указания рекомендованы к использованию при проведении лабораторной работы по дисциплине «Проектирование и производство заготовок», при выполнении курсовых проектов по дисциплинам «Основы технологии машиностроения» и «Технология машиностроения» и при выполнении выпускной квалификационной работы по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

1. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ И ЕЁ ВЫПОЛНЕНИЯ

Студенты очной, заочной и очно-заочной форм обучения должны решить следующие задачи в приведенной ниже последовательности:

- изучить теоретические сведения по теме «Обработка металлов давлением»;
- получить индивидуальное задание;
- провести анализ чертежа детали и прочих исходных данных индивидуального задания;
- выбрать метод получения поковки, наиболее полно удовлетворяющий условиям задания;
- выполнить чертёж заготовки;
- рассчитать коэффициент использования материала заготовки;
- рассчитать себестоимость заготовки;
- ответить на контрольные вопросы, предложенные преподавателем.

Изучив раздел «Обработка металлов давлением» по лекциям и учебным пособиям, необходимо знать понятие физической природы упругой и пластической деформации, понятие анизотропии механических свойств, влияние горячей обработки давлением на макро- и микроструктуру материала, его механические и эксплуатационные свойства. При изучении технологии нагрева ознакомьтесь с понятием температурного интервала горячей обработки давлением, с печами и устройствами для нагрева.

Обратите внимание на явления, возникающие при нагреве (пережог, перегрев, угар, обезуглероживание), способы их предотвращения, влияние некоторых из них на величину припусков на механическую обработку.

Определите цели предварительной термической обработки заготовок, ознакомьтесь с видами предварительной термической обработки, применяемыми для различных сплавов.

Ознакомьтесь с методами контроля качества различных по назначению групп поковок.

Изучение процесса свободной ковки начните с определения области её рационального применения, технологических возможностей: точности получаемых заготовок, качества поверхности (параметры шероховатости, глубина и состояние дефектного слоя), величины припуска на механиче-

скую обработку. Рассмотрите основные операцииковки. При этом необходимо определить сущность и цель каждой операции, отметить влияние различных факторов (например, соотношения размеров исходной заготовки) на возможность выполнения той или иной операции, оценить изменение структуры и свойств обрабатываемого материала. Ознакомьтесь с методикой разработки технологического процесса, разработкой чертежа поковки, расчётом размеров заготовки, выбором оборудования, последовательностью операцийковки. Обратите внимание на технологические требования к деталям, получаемым из кованных поковок.

Ознакомьтесь с типовыми технологическими процессами изготовления простейших поковок, оцените достоинства этого методаковки с точки зрения последующей механической обработки. Обратите внимание на технологические особенностиковки высоколегированных сталей и цветных сплавов.

Перейдя к изучению объёмной штамповки, рассмотрите разновидности объёмной штамповки: горячей и холодной, в открытых и закрытых штампах на различном оборудовании. Определите возможности этих способов по точности, качеству штамповок, приближению конфигурации заготовки к конфигурации готовой детали, влияние этих характеристик на последующую механическую обработку и эксплуатационные свойства детали. Изучите отделочные операции горячей объёмной штамповки. Рассмотрите технологические особенности штамповки высоколегированных сталей и труднодеформируемых сплавов. Обратите внимание на технологические требования к деталям, получаемым из штамповок.

Ознакомьтесь с последовательностью разработки технологического процесса изготовления заготовки методом горячей штамповки и типовыми технологическими процессами изготовления заготовки на молоте, кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) и горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Изучите факторы, влияющие на себестоимость поковки и изготавливаемой из неё детали.

Студентам заочной формы обучения, приступающим к изучению дисциплины «Проектирование и производство заготовок», необходимо иметь учебную литературу и настоящие методические указания. Рекомендуется

освоение курса совмещать с практическим изучением вопроса в технологических отделах и кузнечных цехах машиностроительных предприятий.

Индивидуальное задание состоит из эскиза детали с указанием размеров. В задании также представлены такие данные, как шероховатость поверхностей детали, материал детали, программа выпуска, группа поковки, радиальное биение. Вариант задания выдаётся преподавателем на первом занятии. Он определяется по списку группы: номер варианта соответствует номеру фамилии студента в этом списке. Работа выполняется в печатном виде на листах формата А4, чертёж штамповки должен быть разработан с использованием программного продукта Kompas 3D и выполнен на отдельном листе формата А3 или А4.

Все расчёты должны выполняться с точностью до 0,1. При выполнении задачи, связанной с проектированием заготовки и расчётом её себестоимости, нужно использовать данные, приведённые в приложении (табл. П.1 и П.2). После выполнения работы её необходимо защитить, ответив на ряд контрольных вопросов, представленных в настоящем издании.

В отчёте по лабораторной работе следует представить все расчёты и необходимые эскизы, сопровождающие процесс проектирования. Чертёж штамповки выполняется согласно ЕСКД и государственным стандартам на штамповки.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ВЫБОРУ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Согласно ГОСТ 25501–82 **заготовка** – это полуфабрикат (промежуточный продукт), получаемый электролизом, литьём, методами пластической деформации, методами порошковой металлургии, предназначенный для дальнейшей обработки резанием или применяемый без обработки.

В общем случае *заготовка* отличается от *готовой детали*:

- по массе;
- размерам;
- конфигурации;
- качеству поверхности (шероховатости, физико-механическим характеристикам поверхностного слоя);
- точности (размеров, формы, взаимного расположения поверхностей).

Заготовка отличается по размерам от готовой детали из-за наличия **припусков**, по конфигурации – из-за наличия **напусков**.

Припуск – это слой металла, при удалении которого конфигурация поверхности заготовки не меняется. Припуски назначают для компенсации погрешностей точности и качества, возникающих при изготовлении заготовки. Припуски рассчитываются технологами или назначаются по соответствующим стандартам на заготовки.

Напуском называется слой металла, при удалении которого конфигурация поверхности изменяется. Напуски назначают для упрощения выполнения операций заготовительного производства с целью получения качественной заготовки. Напусками являются: 1) *штамповочные и литейные уклоны*. Их устанавливают сверх припуска на все поверхности, перпендикулярные плоскости разъёма. Штамповочные и литейные уклоны служат для облегчения изъятия заготовки из формы, т. е. уменьшения усилий выемки, увеличения стойкости формы, повышения качества поверхностей заготовки, облегчения заполнения полости формы металлом; 2) *радиусы закругления* – служат для улучшения заполнения формы металлом, снижения концентрации напряжений в форме и заготовке, а следовательно, для предотвращения развития трещин; 3) *элементы конструкции детали, которые не выполняются в заготовке* (мелкие отверстия, проточки, выточки, пазы и т. д.).

Напуски назначают по соответствующим ГОСТам, используя рекомендации справочников конструктора для каждого метода получения заготовки.

Чем больше припуски и напуски, тем больше металла уходит в стружку, тем меньше коэффициент использования материала заготовки (КИМ). КИМ является одним из важных показателей рациональности выбранного метода получения заготовки для определённых производственных условий.

Он определяется по формуле

$$КИМ = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} \cdot 100 \% = \frac{V_{дет}}{V_{заг}} \cdot 100 \%. \quad (1)$$

От выбора метода получения заготовки зависят объём, структура, себестоимость механической обработки и детали в целом. На рис. 1 представлены эскизы заготовок, полученных разными методами для одной и той же детали.

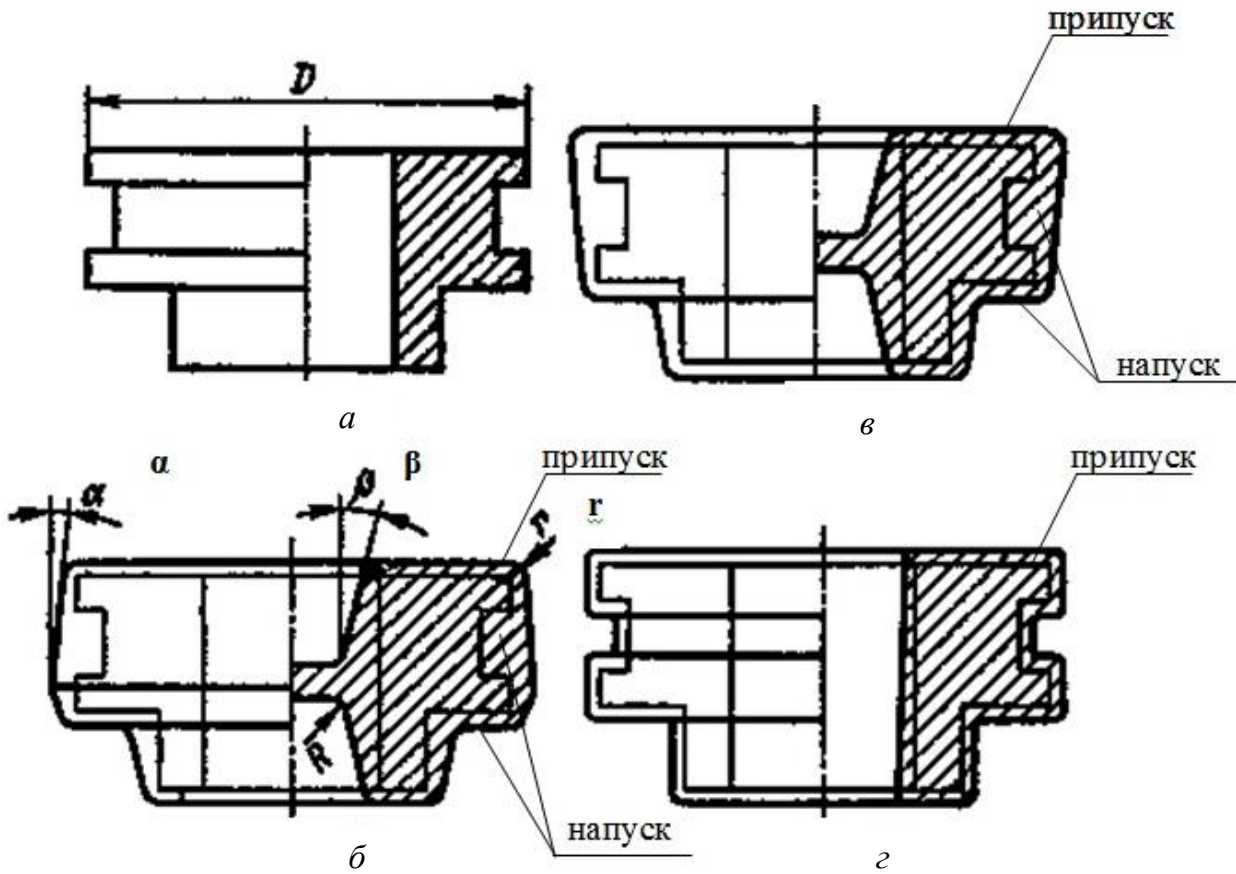


Рис. 1. Примеры составления чертежа поковки:

а – деталь; *б* – штамповка в открытом штампе; *в* – штамповка в закрытом штампе;
г – штамповка на ГКМ

При выборе метода получения заготовки необходимо стремиться к тому, чтобы её форма, размеры и качество приближались к соответствующим характеристикам готовой детали. Но многие точные методы, обеспечивающие такие результаты (например, штамповка в закрытых штампах, калибровка и др.), могут оказаться нерентабельными для некоторых типов производства из-за высокой стоимости оборудования, оснастки и т. д. Поэтому необходимо учитывать факторы, влияющие на выбор метода получения заготовки при изготовлении качественной детали с наименьшими затратами на поковку и последующую механическую обработку.

Метод получения заготовки (литьё, обработка давлением, порошковая металлургия и т. д.) определяет конструктор, исходя из требуемых эксплуатационных свойств детали, её назначения в узле (наличие статической или динамической нагрузки, трения и т. д.).

В общем случае кузнечно-штамповочное производство уступает литейному производству по возможности получения заготовок сложной конфигурации, но имеет преимущество в прочности и надёжности выпускаемой продукции, материал поковки обладает более высокими механическими свойствами, чем материал отливки аналогичного химического состава.

Существенные преимущества обработки металлов давлением по сравнению с обработкой резанием заключаются в следующем: возможность значительного уменьшения отхода металла, а также повышение производительности труда, поскольку в результате однократного приложения усилия можно значительно изменить форму и размеры деформируемой заготовки. В этом случае преимуществом процессов обработки металлов давлением является более высокое качество материала детали, так как волокна не перерезаются, а только изгибаются, происходит упрочнение, «залечиваются» дефекты. Уступает кузнечно-штамповочное производство обработке металлов резанием в точности и качестве выпускаемой продукции.

В современном машиностроении около 20 % всех деталей получают из поковок. Ковкой и объёмной штамповкой изготавливают заготовки и детали массой от десяти граммов (например, детали швейных машин) до сотен тонн (например, поковки роторов турбин), размерами от единиц миллиметров до десятков метров. Ковкой и штамповкой могут быть обработаны многие имеющиеся в промышленности металлы и сплавы.

Метод получения поковки характеризуется: способом изготовления (ковка, штамповка); условиями штамповки (холодная объёмная штамповка (без предварительного подогрева) и горячая объёмная штамповка); видом основного деформирующего оборудования (молоты, прессы, горизонтально-ковочные машины); технологическим процессом (свободная ковка, ковка в подкладных штампах, открытая (облойная) штамповка, закрытая штамповка, выдавливание, калибровка (горячая и холодная), прецизионная штамповка).

На выбор метода получения поковки влияют следующие факторы:

1) технологические свойства сплава, т. е. его способность подвергаться пластической деформации. Например, широкому распространению в машиностроении холодной объемной штамповки препятствует ограниченная номенклатура материалов, обладающих достаточной пластичностью в холодном состоянии; большинство цветных сплавов плохо деформируются при высоких скоростях (на молотах), поэтому медные и большинство магниевых сплавов обрабатываются только на прессах. Алюминиевые сплавы АЛ1, АК2, Д1 и др., имеющие хорошую пластичность, деформируются на молотах и прессах без особых ограничений. Малопластичные алюминиевые сплавы АК, В93 и др. предпочтительно деформировать на гидравлических прессах. Благоприятная схема неравномерного всестороннего сжатия при штамповке в закрытых штампах даёт возможность этим способом деформировать малопластичные сплавы – высоколегированные стали и труднодеформируемые сплавы;

2) масса заготовок (масса штампованных поковок не более 100–200 кг, масса поковок, полученных свободной ковкой, до 250 т);

3) требуемая точность и качество поковок (средняя точность штамповок соответствует IT 15–16 квалитетам, параметр шероховатости $R_z = 320–160$ мкм, после калибровки точность соответствует IT 8–12 квалитетам, параметр шероховатости $R_a = 2,5–0,32$ мкм; точность заготовок, полученных свободной ковкой, соответствует IT 17–19 квалитетам, параметр шероховатости $R_z = 320–160$ мкм); точность холодной штамповки поперечных размеров соответствует IT 8–9 квалитетам, точность размеров по длине соответствует IT 11–12 квалитетам, параметр шероховатости $R_a = 2,5–0,63$ мкм;

4) конфигурация поковок (свободной ковкой получают поковки простой формы, штамповкой в закрытых штампах – поковки простой формы, в основном тела вращения; основная продукция ГКМ – стержни с фланцем, возможно достаточно сложной конфигурации, кольца или стаканы, возможно с достаточно глубокими отверстиями, штамповкой в открытых штампах получают практически все типы поковок);

5) тип производства (в единичном и мелкосерийном производстве применяют ковку, в серийном и массовом – объёмную штамповку, штам-

повку на прессах – преимущественно в крупносерийном и массовом производстве);

б) себестоимость заготовки и себестоимость изготовленной из неё детали;

7) прочие факторы: время, необходимое для изготовления оснастки (штампов и т. д.), наличие или отсутствие соответствующего оборудования на данном предприятии, желаемый уровень автоматизации (например, работу на прессе легче механизировать и автоматизировать, чем работу на молоте).

Вид и конструкция заготовки, ее качество и точность зависят от выбранного технологического процесса штамповки. При штамповке на КГШП получают поковки, более близкие по форме к готовой детали, более точные по размерам, чем при штамповке на молотах (рис. 2), а также поковки удлиненной формы (рис. 3).

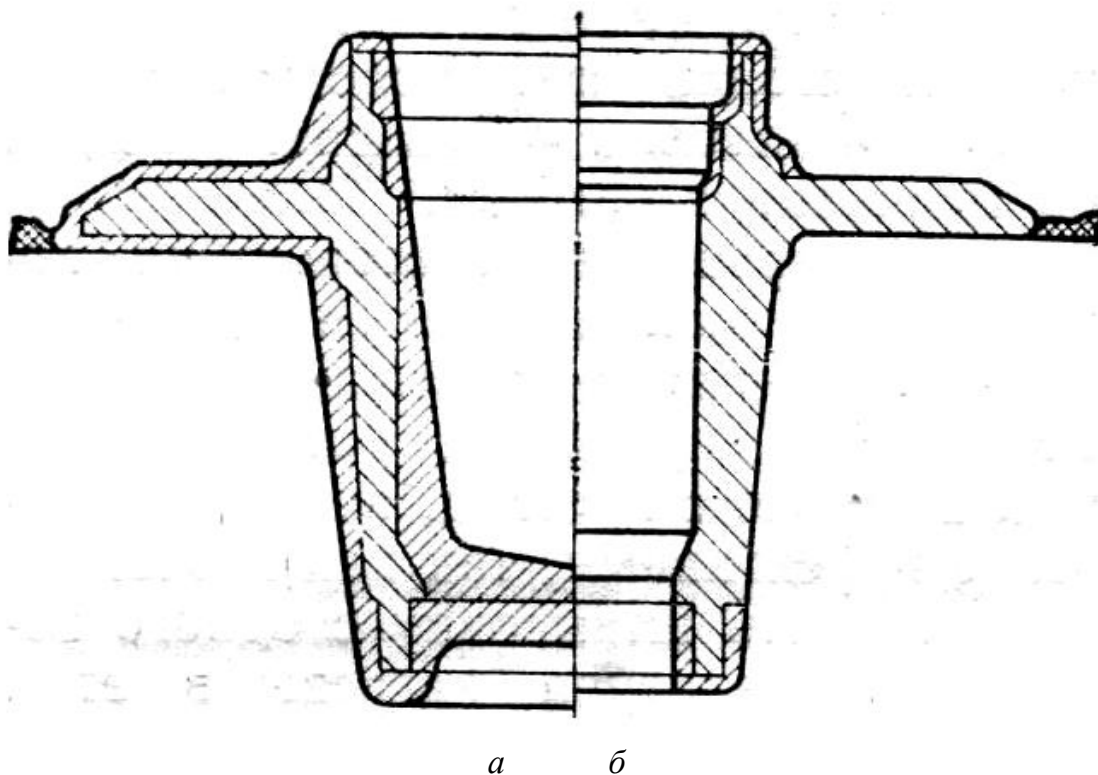


Рис. 2. Поковки одной и той же детали, изготовленные на молоте (а) и на КГШП (б)

Получение более точных заготовок приводит к упрощению конструкции основного и обрезающего штампов. Наличие выталкивателей позволяет штамповать в направлении, параллельном оси ползуна, в результате чего

упрощается конструкция поковки, снижается ее масса и уменьшаются размеры заусенцев, что, в свою очередь, ведет к повышению КИМ.

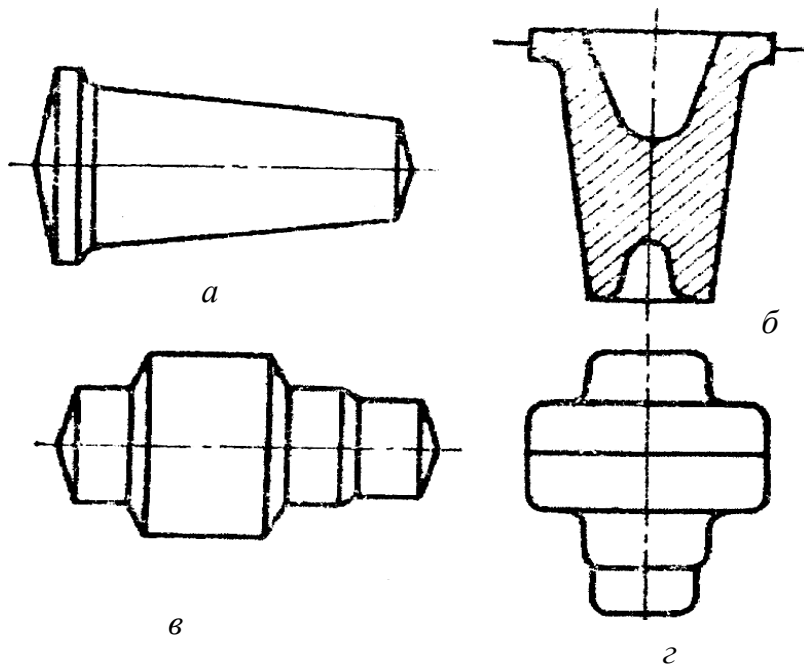


Рис. 3. Положение плоскости разъема поковок при штамповке на молотах (а и в) и на КГШП (б и з)

На качество поковок влияет и метод штамповки. Например, высадку колец можно производить на горизонтально-ковочных машинах в ручье, расположенном в пуансоне или матрицах (рис. 4).

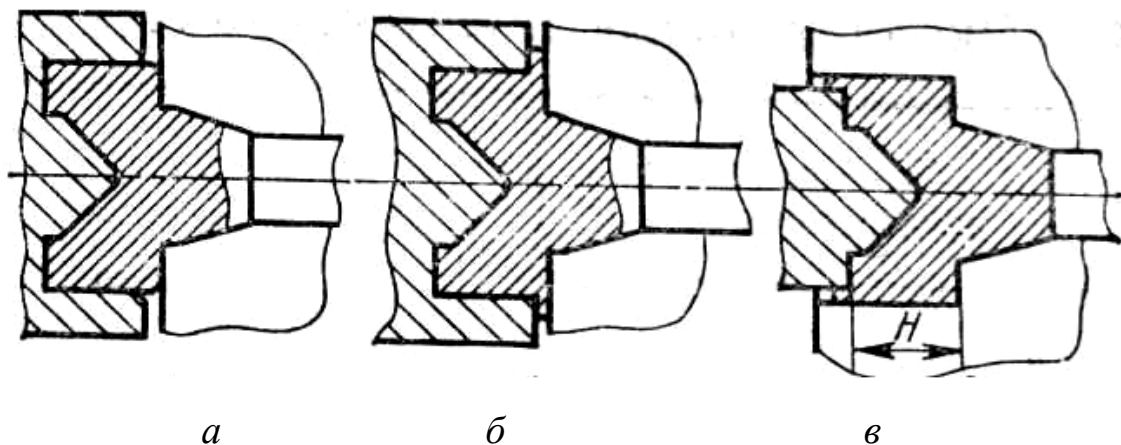


Рис. 4. Штамповка колец: а – в пуансоне без заусенцев; б – в пуансоне с заусенцами; в – в матрицах

В поковках, изготовленных в пуансоне, отсутствуют дефекты, свойственные поковкам, изготовленным в матрицах (эллиптичность наружного диаметра, смещение и др.).

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходной информацией для разработки чертежа поковки является чертеж детали с указанными на нем размерами, предельными отклонениями размеров, параметрами шероховатости поверхностей, маркой материала и установочными базами первой операции механической обработки [1, 2]. Перед конструированием поковки необходимо установить условия эксплуатации детали, технологию обработки после штамповки, а также возможность и рациональность следующих действий:

- изменения конструкции детали для упрощения процесса штамповки;
- увеличения параметров шероховатости поверхностей детали, несопрягаемых в процессе эксплуатации с поверхностями других деталей, для уменьшения объема последующей обработки;
- изготовления двух и более деталей в одной поковке с последующим ее разделением;
- изготовления симметричной поковки, объединяющей две несимметричные детали;
- получения поковок в мало- и безоблойных окончателных ручьях вместо штамповки в открытых ручьях штампов.

Разработка чертежа поковки состоит в последовательном решении следующих вопросов:

1. Выбор положения поверхности разъема.
2. Определение ориентировочной массы поковки, назначение припусков на обработку резанием, допусков на изготовление поковки и внешних радиусов поковки.
3. Назначение напусков на отверстия и проточки, внутренних радиусов закруглений и штамповочных уклонов.
4. Проектирование наметок отверстий и углублений.
5. Построение линии разъема.
6. Оформление чертежа поковки. На чертеже поковка должна быть изображена в положении штамповки (деформирования). На чертеже поковки должны быть нанесены контур заготовки (утолщённой линией) и контур готовой детали (тонкой штрихпунктирной линией), указана плоскость разъёма. Помимо основных размеров заготовки, по которым выпол-

няется штамповка, должны быть указаны размеры припусков, проставлены штамповочные уклоны, радиусы скруглений, а также указаны технологические установочные базы первой операции механической обработки.

В технических условиях на чертеже поковки приводятся:

- 1) исходный индекс;
- 2) группа материала;
- 3) степень сложности поковки;
- 4) класс точности;
- 5) группа поковки по назначению;
- 6) допускаемая величина смещения по плоскости разъёма штампа;
- 7) допускаемая величина остаточного облоя;
- 8) не указанные на чертеже штамповочные уклоны;
- 9) не указанные на чертеже радиусы скругления;
- 10) не указанная на чертеже точность размеров, она принимается равной 1,5 допуска на соответствующий размер с равными допускаемыми отклонениями;
- 11) не указанные на чертеже требования по точности и взаимному расположению поверхностей;
- 12) твёрдость поверхностей заготовки и вид термообработки;
- 13) глубина залегания дефектов (не более 0,5 глубины припуска на обработку);
- 14) метод очистки поверхностей;
- 15) места и методы вырезки пробных образцов для испытаний;
- 16) дополнительные требования (по макро- и микроструктуре, проверка на флокены, ультразвуковые и прочие испытания).

4. ВЫБОР ПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ РАЗЪЕМА ШТАМПА

При штамповке поковок в открытых штампах поверхность, которая делит поковку на две части, одна из которых штампуется в верхней половине штампа, а другая в нижней, называется поверхностью разъёма штампа. В общем случае разъем штампа может представлять собой сложную

поверхность, состоящую из плоскостей и криволинейных поверхностей (рис. 5).

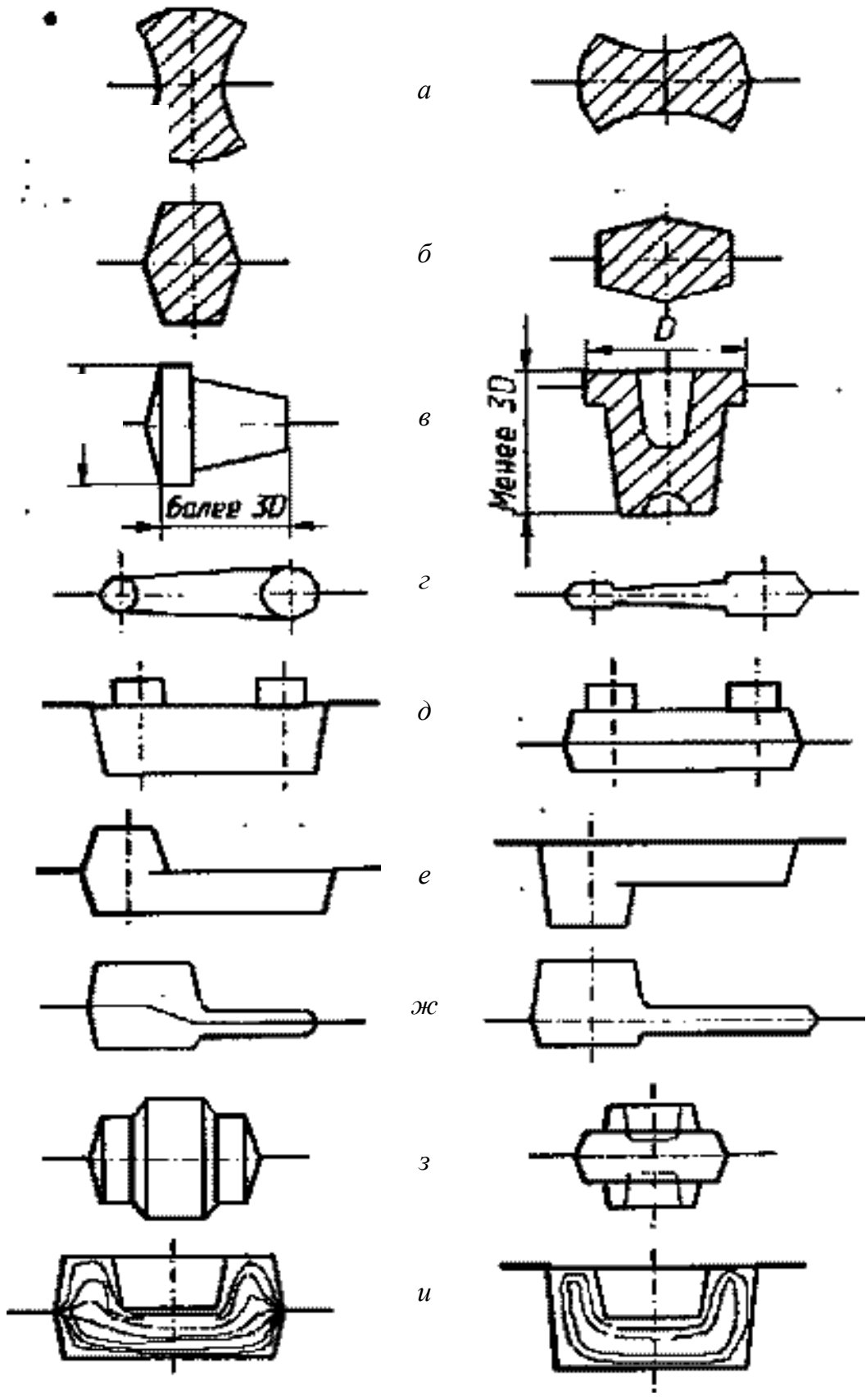


Рис. 5. Положение поверхности разъёма

Основные правила, которыми надо руководствоваться при выборе поверхности (плоскости) разъема, следующие [6]:

1) поверхность разъема должна гарантировать удаление поковки из верхней и нижней частей штампа (рис. 5, а), обеспечивать наименьшую глубину и наибольшую ширину ручья, исключение составляют поковки круглые в плане, у которых длина меньше трех наружных диаметров: такие поковки удобнее и проще штамповать осадкой в торец; при длине детали больше трех диаметров её целесообразно штамповать плашмя (рис. 5, б–г);

2) поверхность разъема должна обеспечить контроль за смещением половины штампа, для чего ее необходимо располагать посередине боковой поверхности наибольшего периметра поковки (рис. 5, д); при штамповке удлиненной поковки простой формы и небольшой ее толщине целесообразно все чело поковки располагать в нижней половине штампа и поверхность разъема выбирать по плоской части поковки; в этом случае смещение штампа не влияет на точность поковки (рис. 5, е);

3) поверхность разъема по возможности должна быть плоской во избежание сдвига штампа и коробления поволоков при обрезке облоя. Для предотвращения сдвига в штампах делают замки или переходят на одновременную штамповку двух поволоков, уравнивающих одна другую (рис. 5, ж);

4) поверхность разъема выбирают такой, чтобы механическая обработка ручьев штампа была простой и дешевой и чтобы удобно было укладывать и фиксировать поковку в обрезной матрице (рис. 5, з);

5) при выборе поверхности разъема руководствуются целесообразностью выполнения полости ручья штампа осадкой, а не выдавливанием (рис. 5, б, з);

б) поверхность разъема должна обеспечить благоприятное расположение волокон и не допускать разрывов и перерезания их при последующей механической обработке (рис. 5, и).

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО ИНДЕКСА

1. Расчетная масса поковки определяется исходя из ее номинальных размеров. Ориентировочную величину расчетной массы поковки допускается вычислять по формуле

$$M_n = M_d \cdot K_p, \quad (2)$$

где M_n – расчетная масса поковки, кг;

M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, устанавливается в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Значения расчетного коэффициента

Характеристика детали	Типовые представители	K_p
Удлиненной формы		
С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3–1,6
С изогнутой осью	Рычаги	1,1–1,4
Круглые и многогранные в плане		
Круглые	Шестерни, ступицы, фланцы	1,5–1,8
Квадратные, прямоугольные, многогранные	Шестерни, ступицы, гайки	1,3–1,7
С отрезками	Крестовины, вилки	1,4–1,6
С большим объемом необрабатываемых поверхностей	Рычаги переключения коробки скоростей, балки передних осей	1,1–1,3
С отверстиями, поднутрениями, неоформляемыми в поковке	Полые валы, фланцы, блоки шестерен	1,8–2,2

2. Класс точности поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления (табл. 2), а также исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки.

Класс точности поковок

Основное деформирующее оборудование, технологические процессы	Класс точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
Кривошипные горячештамповочные прессы:					
открытая (облойная) штамповка				+	+
закрытая штамповка		+	+		
выдавливание			+	+	
Горизонтально-ковочные машины	+	+			
Прессы винтовые, гидравлические				+	+
Горячештамповочные автоматы		+	+		
Штамповочные молоты				+	+
Калибровка объемная (горячая и холодная)	+	+			
Прецизионная штамповка	+				

3. Группа стали определяется в зависимости от среднего массового содержания углерода и легирующих элементов:

M1 – сталь с массовой долей углерода до 0,35 % включительно и суммарной массовой долей легирующих элементов до 2 % включительно.

M2 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,35–0,65 % включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2 % до 5,0 % включительно.

M3 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,65 % или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 5,0 %.

4. Степень сложности является одной из конструктивных характеристик формы поковок, качественно оценивающей ее. Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы (объема) Q_n поковки к массе (объему) Q_ϕ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром с перпендикулярными к его оси торцами или прямой правильной призмой (рис. 6).

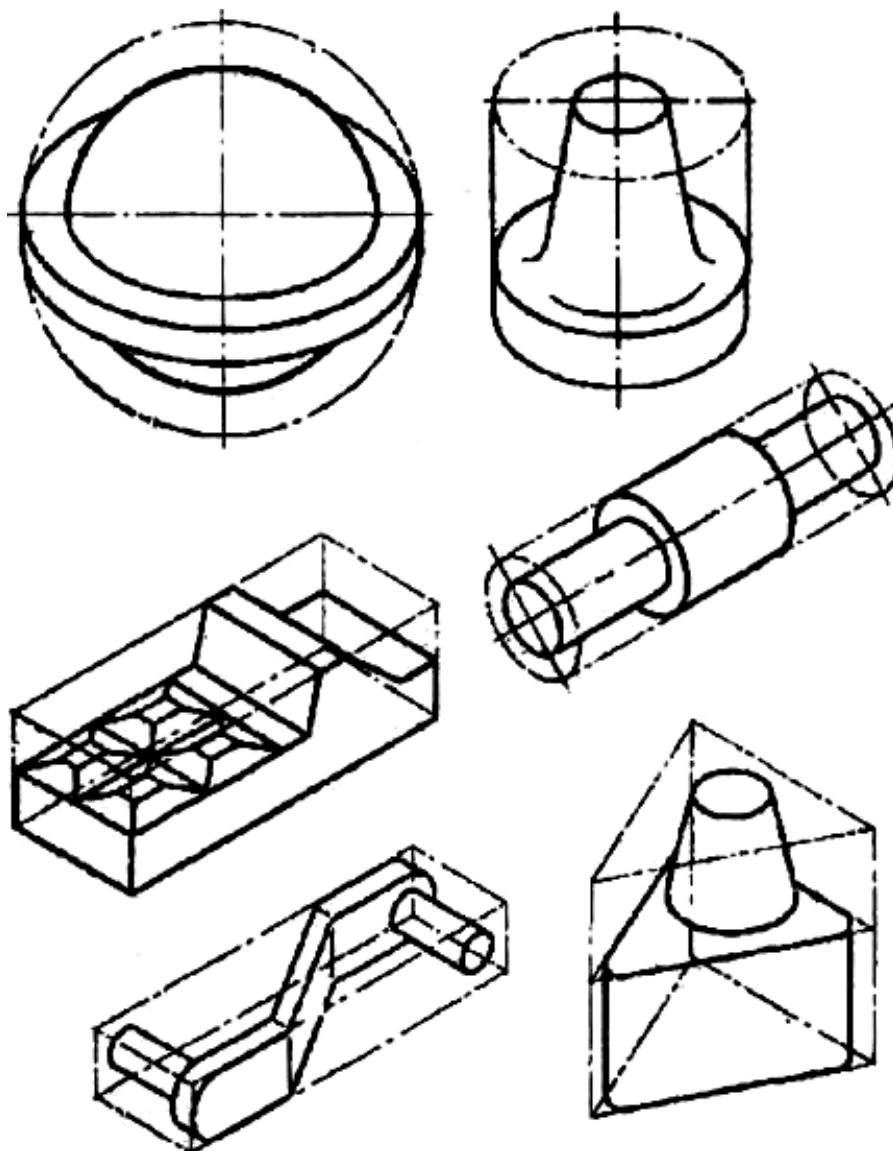


Рис. 6.

При вычислении отношения принимают ту из геометрических фигур, масса (объем) которой наименьшая.

Степеням сложности поковок соответствуют следующие численные значения отношения Q_n/Q_{ϕ} :

C1 – св. 0,63; **C2** – 0,32–0,63; **C3** – 0,16–0,32; **C4** – менее 0,16.

Для поковок, полученных на горизонтально-ковочных машинах, допускается определять степень сложности формы в зависимости от числа переходов: **C1** – не более чем при двух переходах; **C2** – при трех переходах; **C3** – при четырех переходах; **C4** – более чем при четырех переходах или при изготовлении на двух ковочных машинах.

5. Исходный индекс определяется в зависимости от массы, группы стали, степени сложности и класса точности поковки по рис. 7.

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс	
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5		
До 0,5 включ.														1
Св. 0,5 до 1,0 "														2
" 1,0 " 1,8 "														3
" 1,8 " 3,2 "														4
" 3,2 " 5,6 "														5
" 5,6 " 10,0 "														6
" 10,0 " 20,0 "														7
" 20,0 " 50,0 "														8
" 50,0 " 125,0 "														9
" 125,0 " 250,0 "														10
														11
														12
														13
														14
														15
														16
														17
														18
														19
														20
														21
														22
														23

Рис. 7. Таблица для определения исходного индекса

В результате произведенных расчетов получено значение исходного индекса для проектируемой заготовки, которое будет использовано для дальнейших расчетов.

6. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИПУСКОВ, ШТАМПОВОЧНЫХ УКЛОНОВ И РАДИУСОВ ЗАКРУГЛЕНИЙ

При конструировании поковок предусматривают наружные радиусы закруглений R (рис. 8) для предотвращения концентрации напряжений и снижения усилий, необходимых для заполнения углов и обеспечения плавного изменения направления волокон.

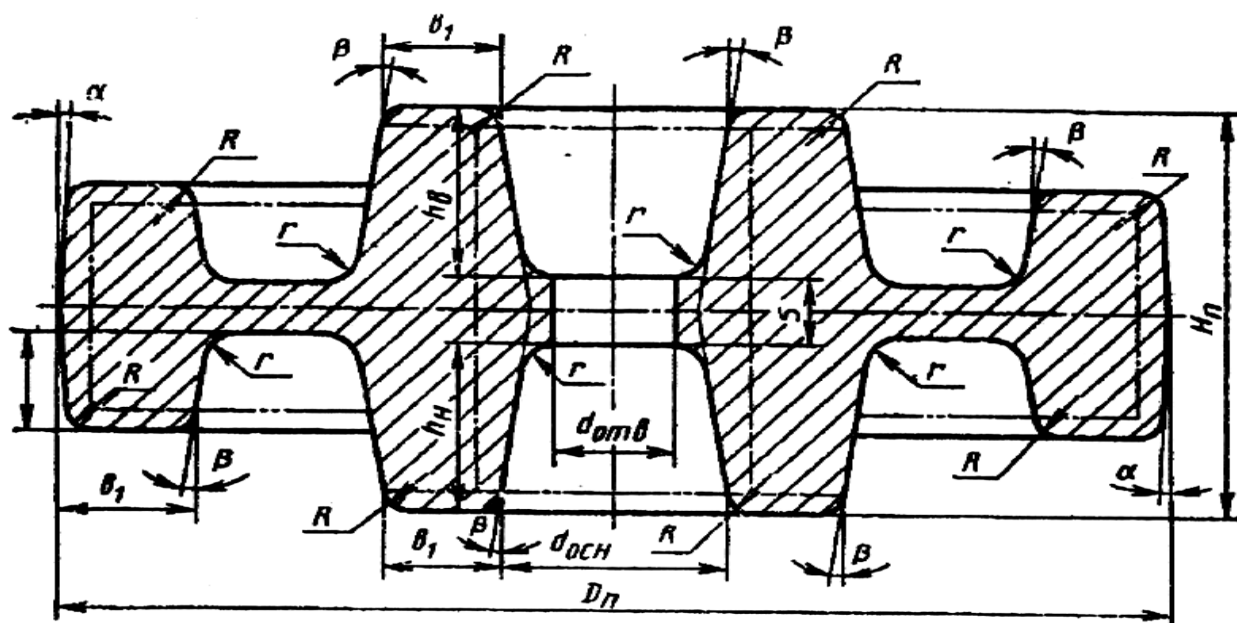


Рис. 8. Радиусы закруглений, штамповочные уклоны, углубления и отверстия в поковке

Наименьшие значения R зависят от массы поковки и глубины полости ручья (табл. 3).

Таблица 3

Наименьшие значения радиусов закруглений

Масса поковки, кг	Глубина полости ручья штампа, мм			
	До 10	10–25	25–50	Свыше 50
До 1,0	1,0	1,5	2,0	3,0
1,0–6,0	1,5	2,0	2,5	3,5
6,0–16,0	2,0	2,5	3,0	4,0
16,0–40,0	2,5	3,0	4,0	5,0
40,0–100,0	3,0	4,0	5,0	7,0
Свыше 100,0	4,0	5,0	7,0	8,0

Радиусы закругления внутренних углов поковки r (рис. 8) влияют на условия течения металла, стойкость штампа и качество поковок. Внутрен-

ние радиусы должны быть в 3–4 раза больше наружных радиусов, в противном случае возможно образование зажимов или перерезание волокон.

Значения радиусов закруглений рекомендуется выбирать из ряда: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30 мм и стремиться к их унификации (для одной поковки), так как это существенно снижает трудоемкость изготовления штампа и режущего инструмента.

В припусках для последующей обработки должны быть учтены: вмятины от окалины, слои обезуглероженного металла, искажения формы поверхности и другие возможные дефекты. Припуски определяются в зависимости от величины размера, параметров шероховатости и исходного индекса по табл. 4.

Штамповочные уклоны облегчают удаление поковки из ручья. Уклоны α (рис. 8) назначают на наружные поверхности поковки, которые при остывании отходят от стенок ручья; уклоны β назначают на поверхности, охватывающие выступающие части ручья. Максимально допустимые штамповочные уклоны в соответствии с требованиями [1] составляют: для наружных поверхностей 7° и для внутренних 10° . С целью унификации режущего и измерительного инструмента значения уклонов рекомендуется выбирать из ряда: 1° ; 3° ; 5° ; 7° и 10° .

Допуски и допускаемые отклонения размеров поковок назначаются в зависимости от исходного индекса и размера поковки по табл. 5. Допускаемые отклонения внутренних размеров поковок должны устанавливаться с обратными знаками.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УГЛУБЛЕНИЙ И ОТВЕРСТИЙ

В штамповках можно предусмотреть наметки отверстий или углубления. Их выполняют в том случае, если направление оси отверстий или углублений совпадает с направлением движения ползуна прессы или бабы молота. Практически возможно получение наметок отверстий (рис. 8) с диаметром основания $d_{осн. min} = 24 + 0,0625 \cdot D_{II}$, где D_{II} – диаметр поковки, мм.

Так как при штамповке получить сквозное отверстие невозможно, под прошивку оставляется перемычка. Толщина перемычки может быть определена по табл. 6 (обозначения приведены на рис. 9).

Таблица 4

Припуски на обработку

Исходный индекс	Размер (длина, ширина, диаметр, глубина, высота) поверхности детали, мм																	
	До 40			40–100			100–160			160–250			250–400			400–630		
	Параметр шероховатости Ra, мкм																	
	100–12,5	10–1,6	1,25	100–12,5	10–1,6	1,25	100–12,5	10–1,6	1,25	100–12,5	10–1,6	1,25	100–12,5	10–1,6	1,25	100–12,5	10–1,6	1,25
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	-	-	-
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,8	1,0	1,1
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,8	1,4
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,0	1,9	2,3	2,5
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
13	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
16	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6
21	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2
22	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8

Допуски и допускаемые отклонения поковок

Исходный индекс	Размер (длина, ширина, диаметр, глубина, высота) поверхности поковки, мм																	
	До 40		40–100		100–160		160–250		250–400		400–630		630–1000		1000–1600		1600–2500	
1	0,3	+0,2 –0,1	0,4	+0,3 –0,1	0,5	+0,3 –0,2	0,6	+0,4 –0,2	0,7	+0,5 –0,2	–	–	–	–	–	–	–	–
2	0,4	+0,3 –0,1	0,5	+0,3 –0,2	0,6	+0,4 –0,2	0,7	+0,5 –0,2	0,8	+0,5 –0,3	0,9	+0,6 –0,3	–	–	–	–	–	–
3	0,5	+0,3 –0,2	0,6	+0,4 –0,2	0,7	+0,5 –0,2	0,8	+0,5 –0,3	0,9	+0,6 –0,3	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	–	–	–	–
4	0,6	+0,4 –0,2	0,7	+0,5 –0,2	0,8	+0,5 –0,3	0,9	+0,6 –0,3	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	–	–	–	–
5	0,7	+0,5 –0,2	0,8	+0,5 –0,3	0,9	+0,6 –0,3	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	–	–
6	0,8	+0,5 –0,3	0,9	+0,6 –0,3	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9
7	0,9	+0,6 –0,3	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0
8	1,0	+0,7 –0,3	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,2
9	1,2	+0,8 –0,4	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2
10	1,4	+0,9 –0,5	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3
11	1,6	+1,1 –0,5	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	+3,0 –1,5

Исходный индекс	Размер (длина, ширина, диаметр, глубина, высота) поверхности поковки, мм																	
	До 40		40–100		100–160		160–250		250–400		400–630		630–1000		1000–1600		1600–2500	
12	2,0	+1,3 –0,7	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7
13	2,2	+1,4 –0,8	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9
14	2,5	+1,6 –0,9	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3, –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1
15	2,8	+1,8 –1,0	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4
16	3,2	+2,1 –1,1	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7
17	3,6	+2,4 –1,2	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 –3,0
18	4,0	+2,7 –1,3	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 –3,0	10,0	+6,3 –3,3
19	4,5	3,0 –1,5	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 –3,0	10,	+6,3 –3,3	11,0	+7,4 –3,6
20	5,0	+3,3 –1,7	5,6	+3,7 –1,9	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 –3,0	10,0	+6,3 –3,3	11,0	+7,4 –6,3	12,0	+8,0 –4,0
21	5,6	+3,7 –1,9	6,3 6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,3 –3,0	10,0	+6,3 –3,3	11,0	+7,4 –3,6	12,0	+8,0 –4,0	13,0	+8,6 –4,4
22	6,3	+4,2 –2,1	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 +3,0	10,0	+6,3 –3,3	11,0	+7,4 –3,6	12,0	+8,0 –4,0	13,0	+8,6 –4,4	14,0	+9,2 –4,8
23	7,1	+4,7 –2,4	8,0	+5,3 –2,7	9,0	+6,0 –3,0	10,0	+6,3 –3,3	11,0	+7,4 –3,6	12,0	+8,0 –4,0	13,0	+8,6 –4,4	14,0	+9,2 –4,8	16,0	+10,0 –6,0

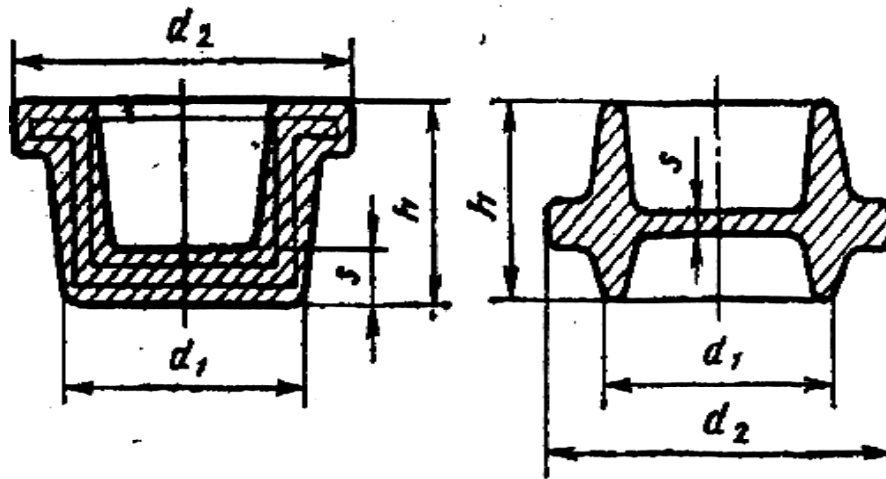


Рис. 9. Расчетная схема для определения толщины перемычки

Таблица 6

Значения толщины перемычки

d_s , мм	$h/d_s < 3$	$h/d_s > 3$
До 25	2	3
25–40	3	4
40–63	5	6
63–100	6	8
100–160	8	10
160–250	12	16
Примечание. $d_s = 0,5 \cdot (d_1 + d_2)$		

После штамповки в открытых штампах производят обрезание облоя и пробивку перемычки в специальных штампах, устанавливаемых на кривошипных прессах.

8. НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Линейные размеры на чертеже поковки должны быть проставлены от указанных исходных баз первой операции механической обработки [4].

На чертеже поковки указываются: класс точности, группа стали, степень сложности и исходный индекс.

Допускаемые отклонения по изогнутости, от плоскостности и от прямолинейности для плоских поверхностей устанавливаются по табл. 7. Длинномерные поковки размерами свыше 1000 мм подвергают правке перед механической обработкой.

Допуск радиального биения цилиндрических поверхностей не должен превышать удвоенной величины, указанной в табл. 7. Назначается по согласованию между изготовителем и потребителем.

Таблица 7

Допускаемые погрешности формы

Наибольший размер поковки, мм	Класс точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 100	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8
100–160	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
160–250	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
250–400	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
400–630	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
630–1000	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5

Допускаемое отклонение от соосности непробитых отверстий в поковках принимается не более 1,0 % глубины отверстия.

Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого в поковке отверстия устанавливается по табл. 8.

Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа определяется в зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности и не должна превышать значений, приведенных в табл. 9.

Допускаемый размер остаточного облоя определяется в зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности и назначается по табл. 10.

Пример оформления чертежа поковки приведен на рис. 10 и 11 [3].

Таблица 8

Наибольшее отклонение от концентричности пробитого в поковке отверстия

Наибольший размер поковки, мм	Класс точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 100	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
100–160	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5
160–250	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
250–400	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
400–630	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
630–1000	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0

Таблица 9

Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа

Масса поковки, кг	Плоская поверхность разъема штампа								
	Т1	T2	T3	T4	T5				
		Симметрично изогнутая поверхность							
		Т1	T2	T3	T4	T5			
			Несимметрично изогнутая поверхность						
	T1	T2	T3	T4	T5				
До 0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6		
0,5–1,0	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7		
1,0–1,8	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8		
1,8–3,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0		
3,2–5,6	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0	1,2		
5,6–10,0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4		
10–20	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8		
20–50	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5		

Таблица 10

Допускаемый размер остаточного облоя

Масса поковки, кг	Плоская поверхность разъема штампа								
	Т1	T2	T3	T4	T5				
		Симметрично изогнутая поверхность							
		Т1	T2	T3	T4	T5			
			Несимметрично изогнутая поверхность						
	T1	T2	T3	T4	T5				
До 0,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
0,5–1,0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1,0–1,8	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	
1,8–3,2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	
3,2–5,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	
5,6–10,0	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	
10–20	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	
20–50	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	

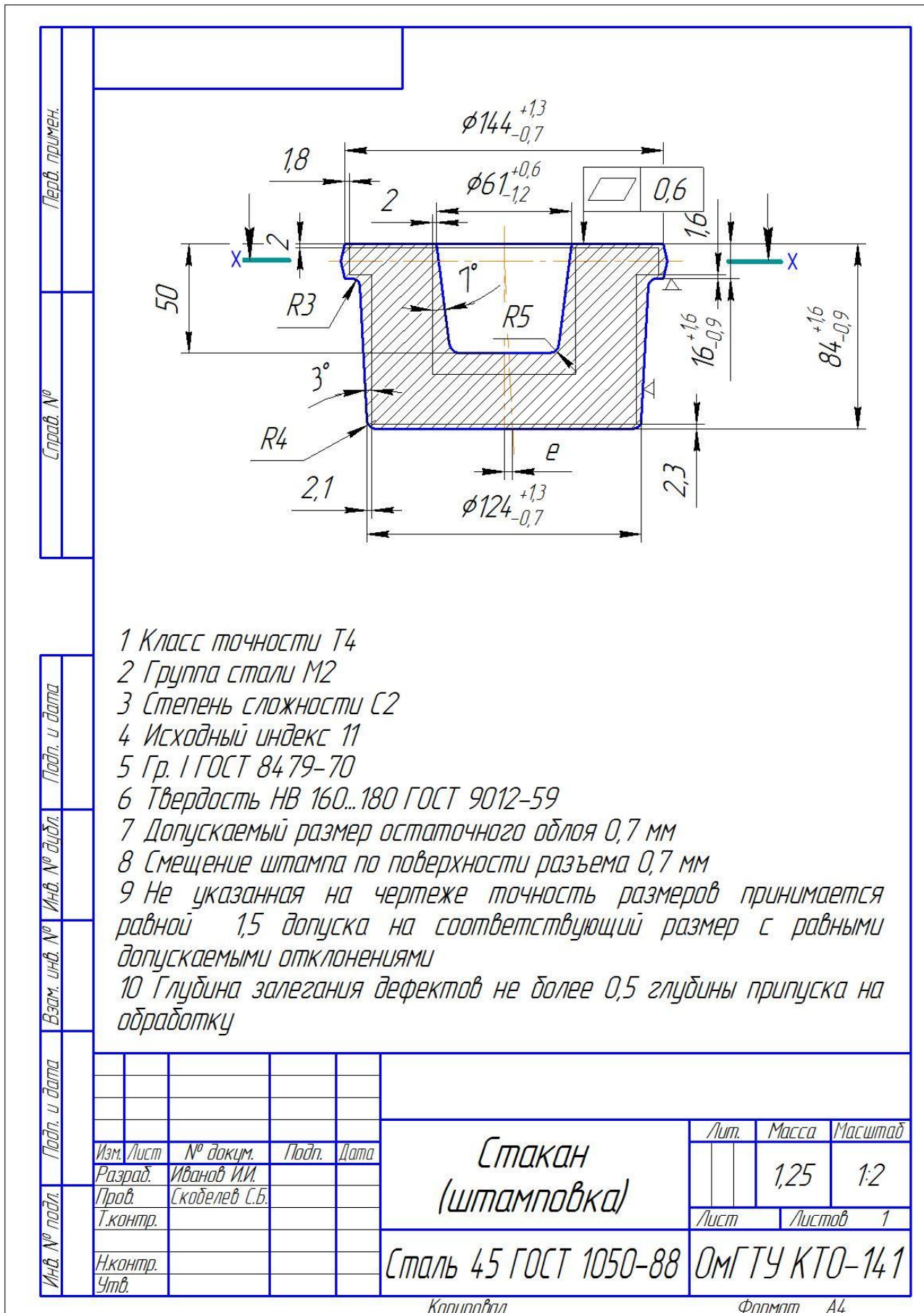


Рис. 10. Чертеж штамповки детали «Стакан»

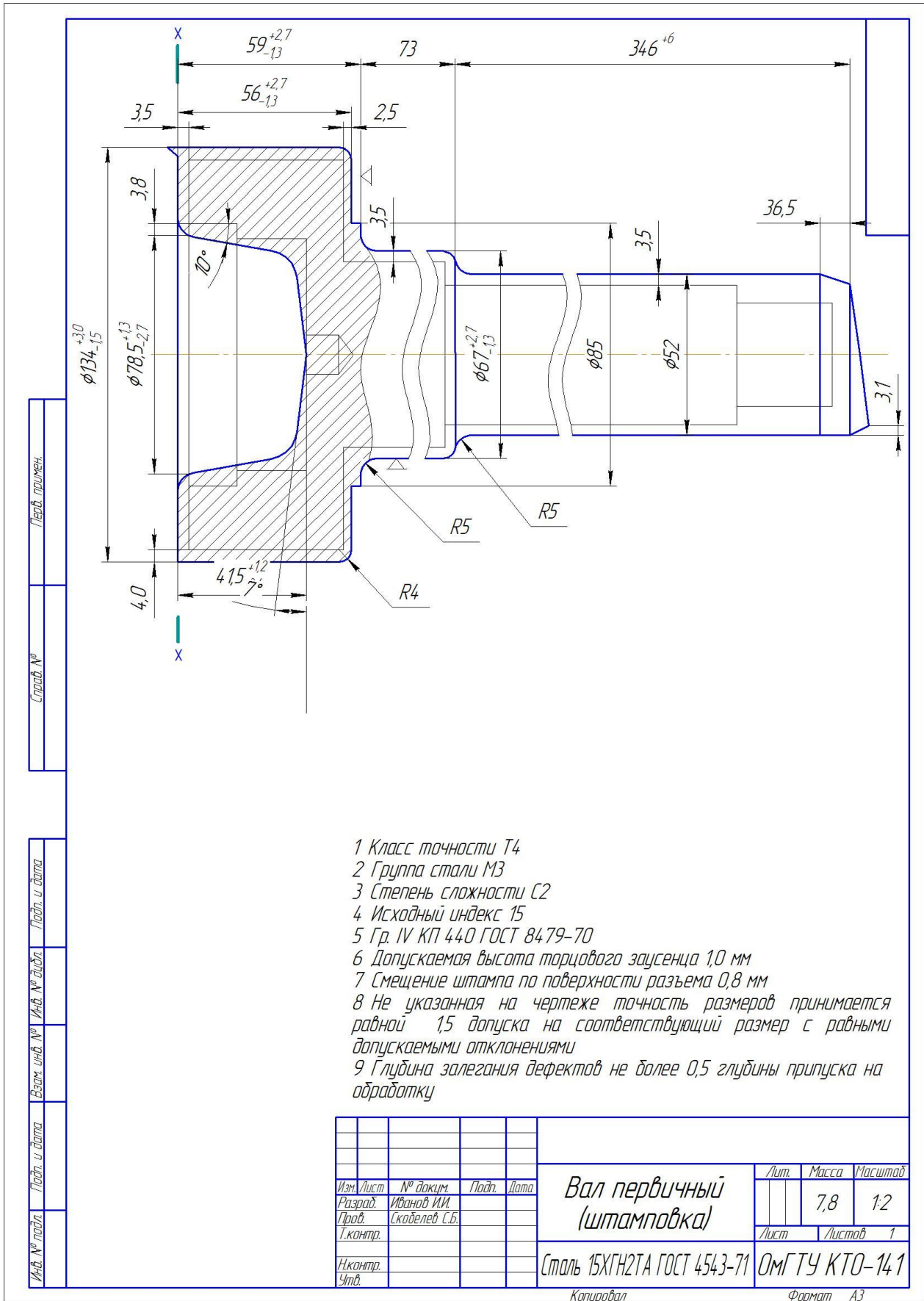


Рис. 11. Чертеж штамповки детали «Вал первичный»

9. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ШТАМПОВОК

Расчет себестоимости проводится по формуле

$$S_{заг} = \frac{C_{заг}}{1000} \cdot M_{заг} \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_n \cdot K_m - (M_{заг} - M_{дет}) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (3)$$

где $C_{заг} = 27\,000$ руб. – базовая себестоимость 1 т штамповок 2-го класса точности, 3-й группы сложности, из конструкционной углеродистой стали, массой 2,5–4 кг (значения $C_{заг}$ приведены в ценах до 2015 г.); $M_{заг}$ – масса заготовки, кг; $M_{дет}$ – масса готовой детали, кг.

При условиях изготовления заготовки, отличающихся от вышеперечисленных, для расчета ее себестоимости необходимо ввести следующие поправочные коэффициенты, зависящие: K_m – от класса точности заготовки; K_c – группы сложности заготовки; K_g – массы заготовки; K_n – объема выпуска деталей; K_m – марки материала заготовки.

Значение коэффициента K_m в зависимости от класса точности штамповок принимается равным: 1,05 (для Т1, Т2); 1,0 (для Т3); 0,9 (для Т4, Т5).

Значение коэффициента K_c выбирается из табл. 11.

Таблица 11

Значения коэффициента K_c

Материал штамповки	С1	С2	С3	С4
Сталь углеродистая 08-85	0,75	0,84	1	1,15
Сталь 15Х-50Х	0,77	0,87	1	1,15
Сталь 18ХГТ-30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14
Сталь ШХ15	0,77	0,89	1	1,13
Сталь 12ХН3А-30ХН3А	0,81	0,9	1	1,1

Значение коэффициента K_n определяется по табл. 12.

При определении коэффициента K_n учитывается объем производства заготовок (годовая программа выпуска). Если он больше значений, указанных в табл. 12, то $K_n = 0,8$. В остальных случаях $K_n = 1$.

Таблица 12

Данные для определения значения коэффициента K_n

Масса штамповки, кг	0,25	0,25–0,63	0,63–1,6	1,6–2,5	2,5–4	4–10	10–25	25–63
Программа выпуска, а · 10 ³ , шт.	15–500	8–300	5–150	4,5–120	4–100	3,5–75	3–50	2–30

Значение коэффициента K_g определяется по табл. 13.

Таблица 13

Значения коэффициента K_g

Масса штамповки, кг	Сталь 08-85	Сталь 15X-50X	Сталь 18ХГТ-30ХГТ	Сталь ШХ15	Сталь 12ХН3А-30ХН3А
0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
0,25–0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
0,63–1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
1,6–2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
2,5–4	1	1	1	1	1
4–10	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
10–25	0,8	0,8	0,79	0,76	0,8
25–63	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
63–160	0,7	0,7	0,73	0,65	0,7

Значения коэффициента K_m в зависимости от марки материала штамповки принимаются равными: **1,00** – сталь углеродистая 08-85; **1,18** – сталь 15X-50X; **1,27** – сталь 18ХГТ-30ХГТ; **1,62** – сталь ШХ15; **1,98** – сталь 12ХН3А-30ХН3А.

Заготовительные цены на 1 т стружки цветных и черных металлов приведены в табл. 14.

Таблица 14

Заготовительные цены 1 т стружки

Тип отходов	Цена, руб. (2015 г.)
Стальная стружка для доменных печей	4 550
Стружка алюминиевых сплавов	46 160
Латунная стружка	100 860
Лом и отходы:	
Легированная сталь	9 460
Шарикоподшипниковая сталь	12 000
Оловянистая бронза	140 060

Исходные данные и варианты заданий для проектирования чертежа штамповки представлены в табл. 15–18.

Вариант 1

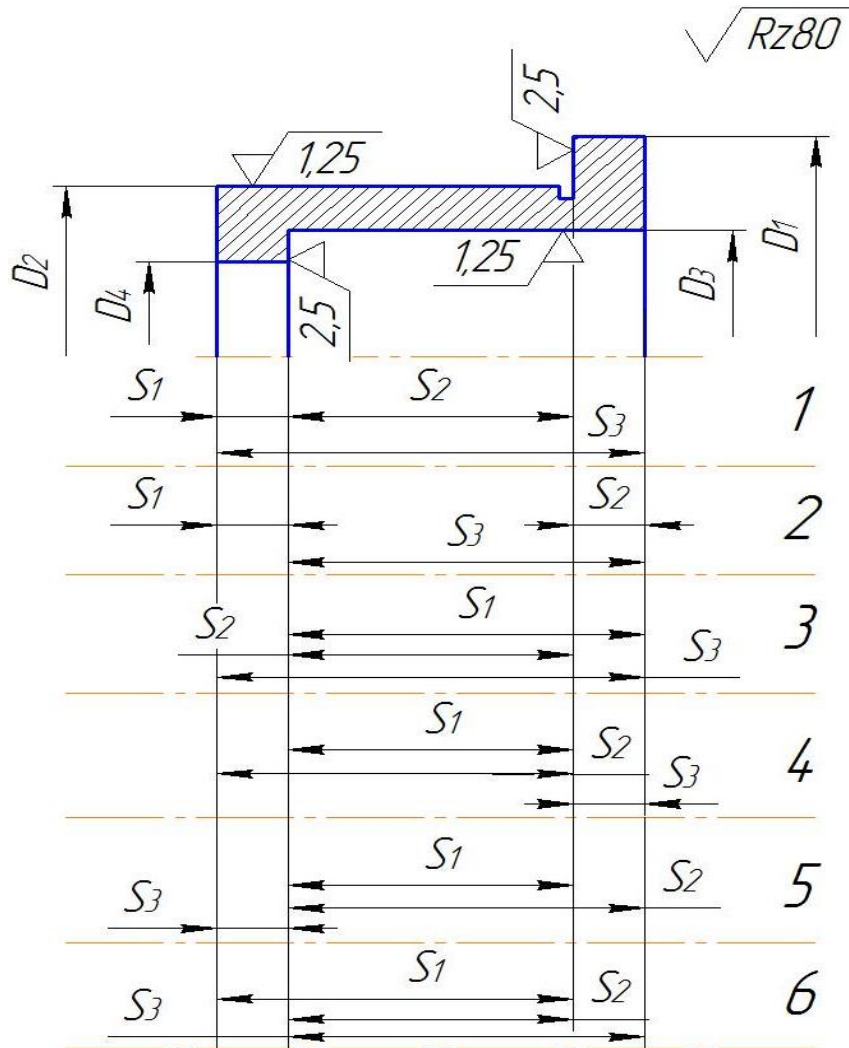


Таблица 15

Исходные данные для варианта 1

Вариант	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Материал	Ст 3	Сталь 45	Сталь 20X	30ХГТ	12ХН3А	ШХ15
S1	24	15	115	25	70	240
S2	64	20	90	32	82	205
S3	120	60	130	10	15	135
D1	180	95	140	86	135	280
D2	160	70	126	64	102	235
D3	130	60	105	52	86	205
D4	50	48	20	40	46	190
Изделий в год	30 000	100 000	55 000	80 000	15000	15 000
Группа поковки	I	II	III	IV	I	II
Биение, мм	D1 к D3 не более 0,6	D4 к D3 не более 0,65	D1 к D2 не более 0,7	D4 к D2 не более 0,5	D1 к D2 не более 0,7	D1 к D3 не более 0,75
D2 к D3 не более 0,05						

Вариант 2

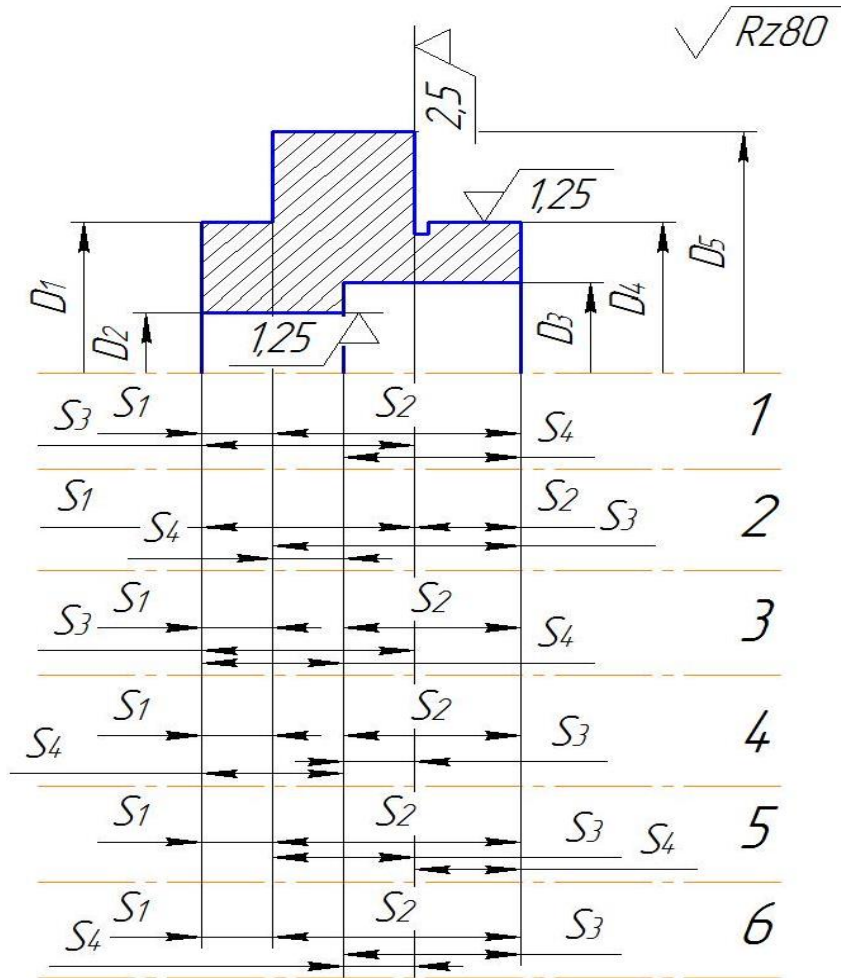


Таблица 16

Исходные данные для варианта 2

Вариант	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
Материал	Ст 3	Сталь 45	Сталь 20X	30XГТ	12ХН3А	ШХ15
S1	5	220	20	14	12	16
S2	80	60	100	50	60	70
S3	40	200	60	20	20	20
S4	50	20	90	40	24	16
D1	105	330	280	160	120	90
D2	40	150	160	104	60	70
D3	80	225	200	80	30	20
D4	100	290	260	172	90	112
D5	120	390	400	212	130	150
Изделий в год	50 000	15 000	10 000	30 000	20 000	90 000
Группа поковки	111	IV	1	11	111	IV
Биение	D1 к D2 не более 0,5	D1 к D4 не более 0,6	D3 к D2 не более 0,7	D3 к D4 не более 0,65	D5 к D2 не более 0,7	D5 к D4 не более 0,75
D4 к D2 не более 0,075						

Вариант 3

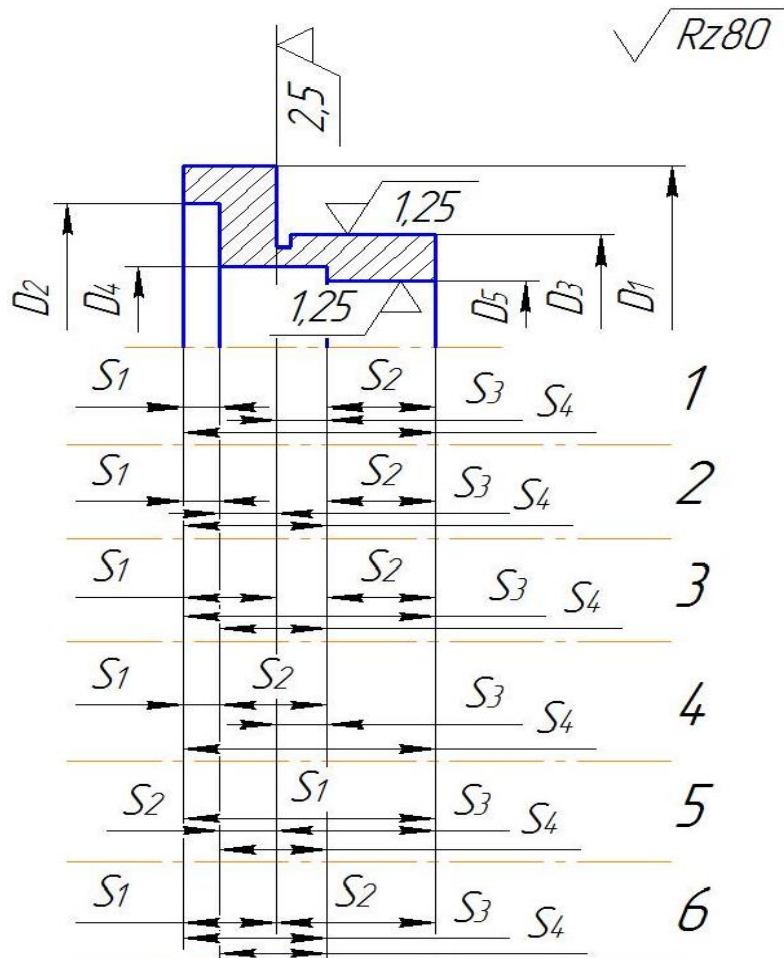


Таблица 17

Исходные данные для варианта 3

Вариант	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
Материал	Ст3	Сталь 45	Сталь 20X	30ХГТ	12ХН3А	ШХ15
S1	20	6	16	15	160	18
S2	20	13	16	40	30	25
S3	80	4	40	20	100	22
S4	140	17	15	105	110	10
D1	315	110	115	310	125	130
D2	260	100	70	260	105	80
D3	270	86	82	280	100	96
D4	200	78	20	100	75	0
D5	100	70	68	220	50	76
Изделий в год	1000	60 000	20 000	30 000	60 000	70 000
Группа поковки	I	II	III	IV	I	II
Биение	D1 к D3 не более 0,6	D2 к D5 не ¹ более 0,7	D4 к D5 не более 0,75	D1 к D5 не более 0,8	D4 к D5 не более 0,65	D5 к D4 не более 0,75
D3 к D5 не более 0,045						

Вариант 4

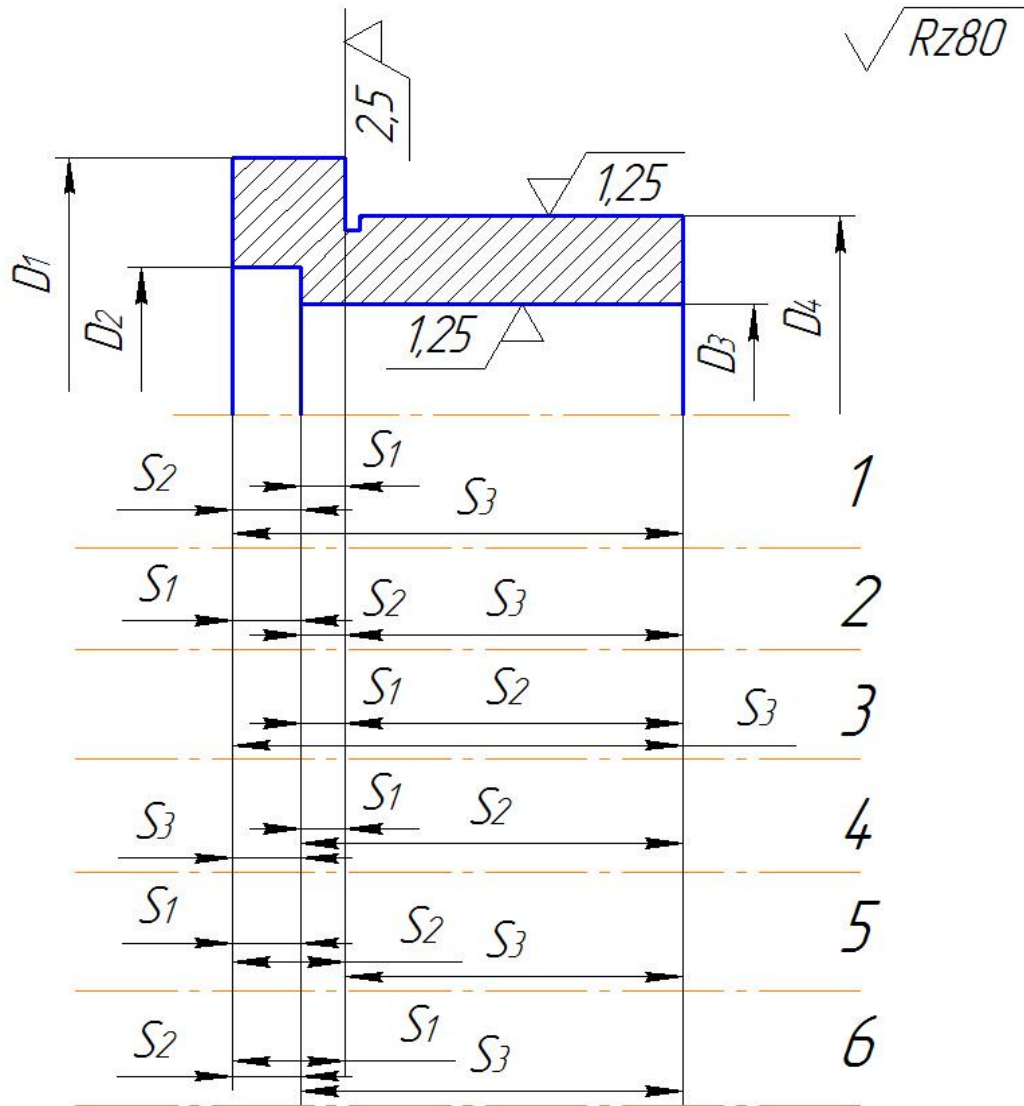


Таблица 18

Исходные данные для варианта 4

Вариант	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Материал	Ст 3	Сталь 45	Сталь 20X	30ХГТ	12ХН3А	ШХ15
S1	100	160	13	75	38	230
S2	100	130	54	30	110	160
S3	400	150	11	120	20	100
D1	500	340	80	180	120	325
D2	440	200	55	0	40	290
D3	320	0	50	115	65	210
D4	430	280	60	155	95	255
Изделий в год	300	15 000	25 000	40 000	65 000	500
Группа поковки	III	IV	I	II	III	IV
Биение	D1 к D4 не более 0,6	D2 к D4 не более 0,65	D1 к D3 не более 0,7	D2 к D3 не более 0,5	D1 к D4 не более 0,7	D1 к D3 не более 0,75
	D3 к D4 не более 0,06					

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие факторы влияют на выбор метода получения заготовки пластическим деформированием? Приведите примеры.
2. Что такое *припуск* на механическую обработку? Зачем он назначается, как определяется? Проиллюстрируйте ответ примерами.
3. Что такое *напуск*? Зачем он назначается? Проиллюстрируйте ответ примерами.
4. Какие факторы влияют на точность поковки? Какие погрешности учитывают в допусках на поковки? Правило деления поля допуска на поковки и штамповки.
5. Виды обработки металлов давлением: технические характеристики, область применения.
6. Какие исходные заготовки используются для изготовления поковок? Как осуществляется выбор исходной заготовки по её массе?
7. Как осуществляется выбор оборудования дляковки и штамповки? Какие факторы при этом учитываются?
8. Дайте определение термического интервалаковки-штамповки. Приведите примеры для разных сплавов.
9. Укажите требования к скорости нагрева заготовок.
10. Какие нагревательные устройства применяются для нагрева металла при различных видах горячей обработки? Опишите достоинства и недостатки каждого из них.
11. Влияние обработки давлением на структуру металла. Чем характеризуется макроструктура деформированного металла и как она влияет на эксплуатационные свойства детали?
12. Для чего осуществляется предварительная термическая обработка поковок? Перечислите виды термической обработки поковок, применяемые для различных сплавов, и укажите достигаемые результаты.
13. Как оценивается качество различных по назначению групп поковок?
14. Ковка: сущность процесса, технологические возможности, рациональная область применения. Основные операцииковки: цель применения, условия выполнения.

15. Технологические требования к конструкции деталей, получаемых из кованных поковок.

16. Особенности проектирования технологического процессаковки.

17. Технологические особенностиковки высоколегированных сталей и цветных сплавов.

18. Приведите пример типового технологического процессаковки с указанием цели каждой операции.

19. Штамповка на молоте: сущность и особенности процесса.

20. Штамповка на прессе: сущность и особенности процесса.

21. Штамповка на ГКМ: сущность и особенности процесса.

22. Виды штампов и штамповочных ручьёв.

23. Особенности конструирования штамповок, изготавливаемых на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах.

24. Особенности проектирования технологического процесса штамповки.

25. Технологические особенности штамповки высоколегированных сталей и труднодеформируемых сплавов.

26. Приведите пример типового технологического процесса штамповки с указанием цели каждой операции.

27. Порядок разработки чертежа штамповки.

28. Технологические требования к конструкции деталей, получаемых из штамповок.

29. Какими факторами определяется выбор положения поверхности разъёма штампа при штамповке в открытых и закрытых штампах? Проиллюстрируйте ответ примерами.

30. Какие сведения на чертеж штамповки наносят конструктор изделия, технолог механического цеха?

31. Как реализуют требования, выдвинутые конструктором детали, технолог механического цеха при проектировании чертежа заготовки, технолог заготовительного цеха при проектировании технологии штамповки? Проиллюстрируйте ответ примерами.

32. Холодная объёмная штамповка и ее разновидности (выдавливание, холодная высадка и холодная объёмная формовка). Технологические возможности метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 52 с.
2. ГОСТ 2.793–79. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
3. ГОСТ 3.1126–88. Правила выполнения графических документов на поковку. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.
4. ГОСТ 2.308–84. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 236 с.
5. ГОСТ 8479–70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
6. Ковка и штамповка. В 4т. Т. 2. Горячая объемная штамповка : справочник / под ред. Е. И. Семенова. – М. : Машиностроение, 1985. – 592 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 944 с.
9. Материаловедение и технология металлов : учеб. для студентов машиностроит. специальностей вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. – М. : Высш. шк., 2000. – 638 с.
10. Технология конструкционных материалов : учеб. для машиностроит. специальностей вузов / А. М. Дальский [и др.] ; под общ. ред. А. М. Дальского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2002. – 448 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочные материала

Таблица П.1

Характеристики металлов и сплавов

Материал	Плотность, гр/см ³
Ст 3	7,85
Сталь 45	7,82
Сталь 20Х	7,83
Сталь 30 ХГТ	7,80
Сталь 12 ХНЗА	7,85
Сталь ШХ 15	7,81

Таблица П.2

Классификация поковок по назначению

Группа поковок	Виды испытаний	Условия комплектования партии	Сдаточные характеристики
I	Без испытаний	Поковки одной или разных марок стали	–
II	Определение твердости	Поковки одной марки стали, совместно прошедшие термическую обработку	Твердость
III	Определение твердости	Поковки одной марки стали, прошедшие термическую обработку по одинаковому режиму	Твердость
IV	1. Испытание на растяжение 2. Определение ударной вязкости 3. Определение твердости	Поковки одной марки стали, совместно прошедшие термическую обработку	Предел текучести; относительное сужение; ударная вязкость
V	1. Испытание на растяжение 2. Определение ударной вязкости 3. Определение твердости	Принимается индивидуально каждая поковка	Предел текучести; относительное сужение; ударная вязкость

Примеры условных обозначений поковок

Группа поковок	Условное обозначение
Поковки группы I	Гр. I ГОСТ 8479–70
Поковки группы II(III) с твердостью HB 143-179	Гр. II(III) HB143–179 ГОСТ8479–70
Поковки группы IV(V) с категорией прочности КП 490	Гр. IV(V) КП 490 ГОСТ 8479–70
Поковки группы IV с категорией прочности КП 490, относительным сужением не менее 50 %, ударной вязкостью KCU не менее 690 кДж/м ²	Гр. IV – КП 490 – $\psi \geq 50$ – KCU – 69 ГОСТ 8479–70
Поковки группы IV с категорией прочности КП 490, временным сопротивлением σ_b не менее 655 МПа, относительным удлинением δ_5 не менее 14 % и ударной вязкостью KCU не менее 640 кДж/м ²	Гр. IV – КП 490 - $\sigma_b \geq 50$ - $\delta_5 \geq 14$ – KCU – 69 ГОСТ 8479–70

Редактор *М. А. Болдырева*
Компьютерная верстка *Ю. П. Шелехиной*

Для дизайна обложки использованы материалы
из открытых интернет-источников

Сводный темплан 2017 г.
Подписано в печать 03.05.17. Формат 60×84¹/₁₆. Отпечатано на дупликаторе.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,75.
Тираж 100 экз. Заказ 408.

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 23-02-12.
Типография ОмГТУ.

