Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок» и «Технология и
оборудование заготовительного производства»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 4

1.Порядок выполнения практической работы. 5

2. Краткие теоретические сведения по выбору метода получения заготовки 6

3. Методика проектирования отливок 7

4. Методика расчета себестоимости детали и заготовки.....18

5. Методика расчета коэффициента использования материала.....21

6. Окончательный выбор метода получения заготовки.....21

Контрольные вопросы 22

Библиографический список 24

Приложение А. Индивидуальные задания 25

Приложение Б. Справочные материалы.....39

Приложение В. Значения базовой себестоимости и поправочных коэффициентов методов литья 45

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

Основным документом, в соответствии с которым будет выполняться проектирование, является ГОСТ 26645–85 «Отливки из металлов и сплавов».

В процессе выполнения лабораторной работы студенты приобретут навыки самостоятельного проектирования отливок: 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 чертежа отливки и контрольные вопросы для защиты лабораторной работы.

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 студентами направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Студенты должны решать следующие задачи в приведенной ниже последовательности:

– получить индивидуальное задание;

– провести анализ чертежа детали и прочих исходных данных индивидуального задания;

– выбрать метод получения отливки, наиболее полно удовлетворяющий условиям задания;

– выполнить чертёж заготовки;

– рассчитать коэффициент использования материала заготовки;

– рассчитать себестоимость заготовки;

– ответить на контрольные вопросы, предложенные преподавателем.

Индивидуальное задание (прил. А) выдаётся преподавателем на первом занятии. Вариант определяется по списку группы: номер варианта соответствует номеру фамилии студента в этом списке. Работа выполняется в печатном виде на листах формата А4, чертёж отливки 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, следует использовать данные, приведённые в прил. А.

После выполнения работы её необходимо защитить, ответив на ряд контрольных вопросов, представленных в настоящем издании.

В отчёте следует представить все расчёты и эскизы, сопровождающие процесс проектирования. Чертёж отливки выполняется согласно ЕСКД и ГОСТ 26645–85.

Рекомендуется освоение теоретического материала по теме лабораторной работы совмещать с практическим изучением вопроса в технологических отделах и литейных цехах машиностроительных предприятий.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ВЫБОРУ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Метод получения заготовки (литье, обработка давлением, порошковая металлургия и т. д.) в большинстве случаев определяет конструктор, исходя из требуемых эксплуатационных свойств детали (наличие статической или динамической нагрузки, условия трения и т. д.) при работе ее в условиях конкретной сборочной единицы. В общем случае механические свойства литых заготовок ниже, чем кованых или из проката того же металла, однако на трение они работают несколько лучше. Кроме того, трудоемкость обработки литых заготовок в среднем на 15–30 % меньше, чем штампованных, из-за большей приближенности первых к форме готовой детали. Поэтому в настоящее время довольно часто стараются получать литыми заготовки деталей, которые ранее традиционно изготавливались штамповкой, переходя при этом на материал, обладающий более высокими механическими свойствами. Например, коленчатый вал можно сделать кованым (штампованным) из стали или литым из высокопрочного чугуна.

Материал отливок, получаемых литьем под давлением, методом вакуумного всасывания, имеет высокую плотность и механические свойства, приближающиеся к свойствам металла, обработанного давлением. Штампосварные заготовки в настоящее время часто заменяются сложными по форме, но гораздо более технологичными отливками по выплавляемым моделям.

Подобная замена одного метода получения заготовки другим должна сопровождаться комплексным анализом прочностных, технологических и экономических характеристик.

При выборе конкретного метода получения заготовки, как правило, определяющим фактором является серийность производства, затем учитываются следующие технологические факторы:

– технологические характеристики материала заготовки, т. е. его литейные свойства (например, в настоящее время на производстве литье под давлением получают исключительно из цветных сплавов, так как такое

литье черных металлов из-за их высокой температуры плавления, ведущей к крайне низкой стойкости дорогих пресс-форм, нерентабельно);

– конструкционные формы, габаритные размеры заготовки;

– требуемая точность получения заготовки, шероховатость и качество ее поверхностей (обычно устанавливается технологом механического цеха после составления маршрута обработки резанием).

На выбор метода получения заготовки влияют также время, необходимое для изготовления оснастки (моделей, пресс-форм и т. д.), наличие или отсутствие соответствующего оборудования на данном предприятии, желаемый уровень автоматизации (например, литье под давлением гораздо проще автоматизировать, чем литье в песчаные формы или литье по выплавляемым моделям).

Выбор метода получения заготовки осложняется еще и тем, что требуемые технологические, эксплуатационные свойства заготовки можно получить сразу несколькими способами. В этом случае предварительно выбирают несколько вариантов, отвечающих заданным требованиям, а затем проводят экономический расчет и останавливаются на методе, обеспечивающем меньшую себестоимость изготовления детали и больший коэффициент использования материала.

Окончательное решение по выбору метода получения заготовки можно принять только после комплексного экономического расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

3. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЛИВОК

В индивидуальном задании студенту выдаются следующие данные: чертеж детали, эскиз заготовки (возможно с указанием плоскости разъема и положения формы при заливке), программа выпуска изделий, условия эксплуатации детали, базы первой операции механической обработки. Варианты заданий приведены в прил. А.

Анализируя эти данные, студент должен:

– рассчитать предварительно массу отливки, приняв ее равной массе готовой детали;

– по массе отливки и программе выпуска изделия определить тип производства;

– рассмотреть требования к точности и шероховатости всех поверхностей детали, установить при этом поверхности с наиболее и наименее высокими требованиями по этим параметрам;

– проанализировать условия эксплуатации детали и ее конструкцию, определить группу отливки по ГОСТ 977–88 и группу ее сложности;

– выявить поверхности, которые будут служить базами на первой операции механической обработки.

Все необходимые для выполнения анализа данные приведены в прил. Б.

Приближенный расчет объема и массы заготовки как массы детали $M_{дет}$, а также уточненный (с учетом припусков и напусков) по рассчитанным размерам $M_{заг}$ при выполнении лабораторной работы возможно провести с использованием параметрической модели комплексной детали, выполненной в графическом редакторе пакета Kompas 3D.

При выполнении лабораторной работы студент предварительно должен выбрать два метода получения отливки, обеспечивающие выполнение исходных условий индивидуального задания. Необходимые для этого справочные данные представлены в прил. Б.

При проектировании чертежа отливки следует использовать руководящую информацию, содержащуюся в [1–4].

Для каждого предварительно выбранного метода получения отливки необходимо выполнить ее проектирование. Порядок проектирования отливки следующий:

1. Определить предварительно массу отливки по массе готовой детали. Масса детали определяется по формуле

$$m = V \cdot \rho, \tag{1}$$

где V – объем детали, см^3;

ρ – плотность материала детали, г/см^3 (определяется по табл. Б.1).

2. Определить тип производства и группу отливки по массе, используя найденную массу детали и программу выпуска (табл. Б.2).

3. Выяснить, какие поверхности будут подвергаться механической обработке, а качество каких поверхностей достаточно для эксплуатации

после литья (сравнивая данные чертежа детали со справочными данными технических возможностей выбранных ранее способов литья по табл. Б.4).

4. Назначить группу отливки по табл. Б.3 и группу сложности отливки по табл. Б.6.

5. На эскизе заготовки выявить поверхности, служащие базами на первой операции механической обработки.

6. Используя данные табл. Б.4 и Б.5, выбрать два метода получения заготовки. Рекомендуется выбрать один метод получения заготовки в разовых формах (литье в песчаные формы, оболочковые формы, по выплавляемым моделям), а другой – в многократных формах (литье в кокиль, под давлением, центробежное литье).

7. Выбрать положение отливки в форме, назначить плоскость разъема, выполнить эскиз.

При определении положения отливки в форме руководствуются следующими правилами:

– наиболее ответственные рабочие части, плоские поверхности большой протяженности, места, подлежащие механической обработке, нужно, по возможности, располагать внизу, в крайнем случае – вертикально или наклонно. На верхних поверхностях часто образуются дефекты в виде газовых раковин, могут иметь место земляные или шлаковые включения;

– формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения (гильзы, барабаны и др.) с обрабатываемыми наружными и внутренними поверхностями, лучше заливать в вертикальном положении, иногда целесообразно формовку выполнять в одном положении, а заливать форму в другом;

– для предупреждения недоливов тонкие стенки отливки располагать в нижней части формы желательно вертикально или наклонно.

Выбор поверхности разъема формы подчинен выбору положения формы при заливке. При выборе поверхности разъема формы необходимо руководствоваться следующими положениями:

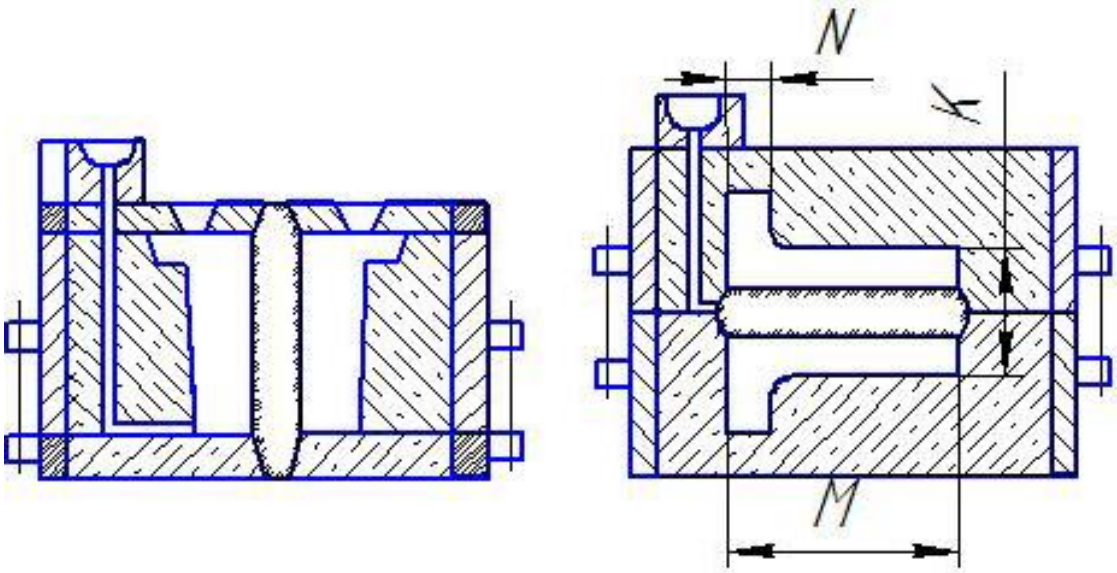
– форма и модель должны, если возможно, иметь одну поверхность разъема, желательно плоскую горизонтальную;

– модель и отливка должны свободно извлекаться из формы;

– всю отливку, если позволяет ее конструкция, нужно располагать в одной (преимущественно нижней) полуформе в целях исключения перекосов;

– при формовке в парных опоках нужно стремиться, чтобы общая высота формы была наименьшей;

– не рекомендуется пересекать плоскостью разъема ответственные обрабатываемые или базовые поверхности.



а *б*

Рис.1. Возможные положения отливки в форме:
а – вертикальное; *б* – горизонтальное

Положение отливки в форме на рис. 1, *а* более рационально, так как при этом обеспечивается направленное снизу вверх (к прибыли) затвердевание. Кроме того, наружные и внутренние обрабатываемые поверхности, являясь боковыми, имеют значительно большую площадь, чем верхняя, тоже обрабатываемая, но менее ответственная. На поверхности, расположенные внизу или вертикально, назначают меньшие по величине припуски, соответственно объем механической обработки будет значительно меньше. Также повышается точность всех размеров, точность формы и взаимного расположения всех поверхностей отливки.

8. Определить точность отливки по ГОСТ 26645–85.

Точность отливки в целом характеризуется классом размерной точности отливки (заготовки, получаемые литьем, имеют свою систему классов точности), степенью коробления, степенью точности поверхностей, классом точности массы, определяемым по таблицам стандарта и зависящим от способа получения отливки, ее наибольшего габаритного размера, типа сплава, отсутствия или наличия термообработки, сложности отливки, типа производства.

8.1. Определить класс размерной точности отливки по таблице [1, табл. 9] в соответствии с выбранным методом её получения и наибольшим габаритным размером. Все металлические сплавы разделены на 4 группы. К цветным легкоплавким сплавам отнесены сплавы, температура плавления которых не превышает 700 °С. К легким отнесены сплавы с плотностью до 3,0 г/см^3. Класс точности размеров отливки определяется в указанном в таблице диапазоне, причем меньшее значение выбирается для простых по форме заготовок, изготовляемых в массовом автоматизированном производстве, а большее значение – для сложных заготовок единичного и мелкосерийного производства.

8.2. По выбранному классу точности отливки и предполагаемым номиналам её размеров назначить допуски на каждый размер заготовки по таблице [1, табл. 1]. Причем допуски размеров элементов отливки, образованных двумя полуформами или полуформой и стержнем, устанавливают соответствующими классу размерной точности отливки (рис. 1, *б*, размер К).

Допуски размеров, образованных одной частью литейной формы или одним стержнем, устанавливают на один-два класса точнее (рис. 1, *б*, размер М).

Допуски размеров, образованных тремя и более частями литейной формы, несколькими стержнями или подвижными элементами формы, а также допуски толщин стенок, образованных двумя и более частями формы или формой и стержнем (рис. 1, *б*, размер N), устанавливают на один-два класса грубее.

Допуски размеров назначаются отдельно для каждого метода получения отливки. Результат оформить в виде таблицы:

Таблица 1

Допуски на размеры заготовки

Номинал размера, мм	Класс размерной точности отливки	Скорректированный класс размерной точности в зависимости от расположения размера	Допуск на размер заготовки, мм

8.3. Определить степень коробления элементов отливки, которая зависит от соотношения наименьшего размера элемента отливки и наибольшего

(толщины или высоты к длине элемента отливки), кратности использования литейных форм (многократные или разовые формы), ее сложности и ее материала. В предлагаемом диапазоне [1, табл. 10] следует выбирать меньшие значения для заготовок простой формы из легких цветных сплавов. Большие значения степени коробления соответствуют сложным по форме заготовкам из черных сплавов.

8.4. По таблице [1, табл. 2] назначить допуски формы и расположения поверхностей отливки: отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля. Допуски круглости, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционные допуски не должны превышать допусков на размеры, установленных в табл. 1.

8.5. Определить общие допуски элементов отливки, которые учитывают совместное влияние допуска размера и допусков формы и расположения поверхности, по таблице [1, табл. 16]. Общие допуски назначаются отдельно для каждого метода получения отливки. Результат представить в виде таблицы:

Таблица 2

Общие допуски элементов отливки

Номинал размера, мм	Допуск на размер заготовки, мм	Допуск формы и расположения поверхностей, мм	Общий допуск элемента, мм

Для обрабатываемых поверхностей отливок установлено симметричное расположение полей допусков, для необрабатываемых поверхностей допускается симметричное и несимметричное (частично или полностью) расположение полей допусков размеров, формы и расположения.

8.6. Определить допуск смещения отливки по плоскости разъема, который устанавливают на уровне размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок, выходящих на разъем или пересекающих его [1, табл. 1].

8.7. Определить степень точности поверхностей отливки по таблице [1, табл. 11] в зависимости от выбранного метода литья, габаритов заготовки и типа сплава. Степень точности поверхностей определяется в ука-

занном в таблице диапазоне, причем меньшее значение выбирается для простых по форме заготовок, изготовляемых в массовом автоматизированном производстве, а большее значение – для сложных заготовок единичного и мелкосерийного производства.

8.8. Определить класс точности массы по таблице [1, табл. 13]. Меньшие значения класса точности массы относятся к простым компактным отливкам и условиям массового автоматизированного производства, большие – к сложным крупногабаритным отливкам единичного и мелкосерийного производства, средние – к отливкам средней сложности и условиям механизированного серийного производства.

8.9. Определить допуск массы отливки по таблице [1, табл. 4] в зависимости от класса точности массы.

9. Назначить припуски на механическую обработку. Припуском на механическую обработку называется слой металла, при удалении которого резанием конфигурация поверхности не изменяется. Припуски на поверхности заготовок назначаются для компенсации погрешностей при изготовлении заготовки и на промежуточных этапах механической обработки.

В технологии машиностроения применяют два способа определения припусков: табличный (ГОСТ 26645–85) и аналитический, изучаемый в курсе «Технология машиностроения». В данной работе необходимо припуски назначать по таблицам. В курсовом проекте по «Технологии машиностроения» и в дипломном проектировании студенты должны использовать аналитический метод расчёта.

Припуски на обработку назначают дифференцированно на каждую обрабатываемую поверхность отливки (на сторону).

9.1. По назначенной степени точности определить шероховатость поверхностей отливки [1, табл. 12].

9.2. Уточнить поверхности, требующие механической обработки.

9.3. Определить ряды припусков на обработку [1, табл. 14] в зависимости от степени точности поверхностей. Меньшие значения рядов припусков из диапазонов их значений следует принимать для термообрабатываемых отливок из цветных легкоплавких сплавов, большие значения – для отливок из ковкого чугуна, средние – для отливок из серого и высокопрочного чугуна, термообрабатываемых отливок из стальных и цветных тугоплавких сплавов.

При заливке для верхних поверхностей отливок единичного и мелкосерийного производства принимать увеличенные на одну-три единицы значения ряда припуска.

9.4. Вычислить соотношение между допусками размера детали и отливки.

9.5. Вычислить соотношение между допусками формы и расположения обработанной поверхности детали и обрабатываемой поверхности отливки.

9.6. Определить вид окончательной обработки, используя таблицу [1, табл. 7], отдельно для каждого метода получения отливки. Результат представить в виде таблицы:

Таблица 3

Вид окончательной обработки поверхности

Допуск размера отливки	Соотношение между допусками размера детали и отливки	Вид окончательной механической обработки

9.7. Определить общий припуск на сторону по значениям общих допусков и виду окончательной механической обработки [1, табл. 6].

Общие припуски на поверхности вращения и поверхности, используемые в качестве баз при их обработке, назначают по половинным значениям общих допусков отливки на соответствующие диаметры или расстояния между поверхностями отливки.

Общие припуски назначить отдельно для каждого метода получения отливки. Результат представить в виде таблицы :

Таблица 4

Припуск на поверхности отливки

Номинал размера, мм	Общий допуск, мм	Вид окончательной обработки	Припуск на сторону, мм

9.8. Уточнить значения припусков с учетом уровня технологии механообработки [1, табл. 15]. В зависимости от технического уровня технологии механообработки следует назначать увеличенные или уменьшенные значения припусков, учитывая, что значения припусков таблицы [1, табл. 6] соответствуют среднему уровню точности обработки.

При ненормированных требованиях к точности формы и расположения обрабатываемых поверхностей отливки общие припуски устанавливают по допускам размеров отливки.

10. Назначить напуски.

После назначения припусков на все поверхности, подвергаемые механической обработке, назначают напуски, т. е. формовочные уклоны, радиусы закруглений, и оформляют элементы конструкции, которые не выполняются в литье (например, отверстия малых диаметров и др.). Величину уклонов определяют по ГОСТ 3212–92 или табл. Б. 7 [5].

Рекомендуется назначать радиусы закруглений из ряда 1, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20, 25, 32, 40 мм, при этом радиусы выбирают в пределах $^1/_5 \ldots ^1/_3$ среднего арифметического толщины сопрягаемых стенок ($^1/_3 \ldots ^1/_5$) (S+S1)/2.

11. Рассчитать номинальные размеры отливок с учетом назначенных припусков и напусков.

12. Рассчитать массу отливки.

Масса отливки $M_{заг}$ рассчитывается по ее номинальным размерам с использованием модели детали, выполненной в графическом редакторе пакета Kompas 3D.

13. Оформить чертеж отливки.

Оформление чертежа отливки необходимо выполнить в соответствии с ГОСТ 3.1125–88 и ГОСТ 26645–85. Чертеж отливки с техническими требованиями должен содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и приемки отливки.

Контур обрабатываемых поверхностей детали, а также отверстий, впадин и выточек, которые не выполняются в литье, вычерчивают сплошной тонкой линией. Допускается при несложных отливках перечисленные контуры не вычерчивать.

Остатки питателей, выпоров, промывников, стяжек и прибылей, если они не удаляются полностью в литейном цехе, изображают на чертеже 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.

Усадочные ребра, стяжки, технологические приливы, пробы для испытаний, которые не удаляются в литейном цехе, на чертеже отливки изображают полностью сплошной основной линией.

Несимметричное расположение поля допуска отливки обозначают путем простановки предельных отклонений непосредственно у размера, при симметричном расположении поля допуска предельные отклонения у размера допускается не указывать. В этом случае допуски на размеры отливки указываются в технических требованиях, а отличные от них проставляются на чертеже предельными отклонениями размеров. На чертеже отливки следует указывать измерительные базы (базы разметки) и технологические базы механической обработки.

В лабораторной работе следует выполнить чертеж заготовки заданной детали, получаемой выбранным методом, с помощью графического редактора Kompas 3D. Для этого следует:

1) тонкими линиями начертить контуры детали;

2) основной линией начертить окончательные контуры отливки;

3) указать базы первой операции механической обработки;

4) проставить размеры элементов отливки от выбранной базы, значения припусков, уклонов, радиусов скругления;

5) проставить допуски формы и взаимного расположения отливки;

6) нанести на поле чертежа технические требования;

7) в основной надписи чертежа под наименованием детали указать метод получения заготовки. *Например*:

Стакан подшипника (отливка).

В технических требованиях на отливку согласно ГОСТ 23645–85 и ОСТ 077–00 должны быть указаны:

1) нормы точности отливки в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения отливки. *Например*:

Точность отливки 8-5-4-8 См 0,8 ГОСТ 26645-85 (8-й класс размерной точности, 5-я степень коробления, 4-я степень точности поверхностей, 8-й класс точности массы с допуском смещения 0,8 мм).

Ненормируемые в некоторых случаях показатели точности отливок заменяют нулями, а обозначение смещения опускают. *Например*:

Точность отливки 8-0-0-8 ГОСТ 26645–85.

Класс точности массы в лабораторной работе нормироваться не будет, в обозначении точности отливки будет отмечаться 0;

2) значения номинальных масс: детали, припусков на обработку, технологических напусков и отливки в указанном порядке. *Например*:

Масса 20,35-3,15-1,35-24,85 ГОСТ 26645–85 (для детали – 20,35 кг, для припусков на обработку – 3,15 кг, для технологических напусков – 1,35 кг, для отливки – 24,85 кг);

3) группа отливки по назначению. *Например:*

Отливка 1-й группы ГОСТ 977–88;

4) группа сложности отливки (табл. Б.6);

5) вид термообработки, твердость и места ее замеров;

6) величины не указанных на чертеже литейных радиусов;

7) величины не указанных на чертеже литейных уклонов;

8) неуказанные предельные отклонения размеров;

9) неуказанные требования к точности формы и расположения поверхностей;

10) данные о виде, количестве, размерах и местах расположения литейных дефектов (раковин, трещин и т. д.), допускаемых на отливках без устранения, а также сведения о дефектах, допускаемых к устранению, и способы их устранения;

11) способ очистки поверхностей отливок;

12) место маркировки детали, характер ее (углубление или выпучивание).

При предъявлении специальных требований к твердости, глубине отбела отливки, макро- и микроструктуре и другим параметрам должны быть указаны пределы требуемых величин, а также метод испытаний.

Пример оформления чертежа отливки дан в прил. А.

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ДЕТАЛИ И ЗАГОТОВКИ

Себестоимость изготовления детали $S_д$ складывается из себестоимости заготовки $S_{заг}$ и себестоимости ее механической обработки $S_{мех.обр}$:

$$S_д = S_{заг} + S_{мех.обр}. \quad (2)$$

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты решения технологических задач:

1) метод получения заготовки и технологический процесс последующей механической обработки принимаются по рекомендациям справочной литературы или по аналогу, существующему в данном производстве для схожих деталей;

2) метод получения заготовки в техпроцессе-аналоге изменяется, в результате этого существенно изменяется ряд операций механической обработки в технологическом процессе изготовления детали.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный, или на техпроцесс-аналог. Тогда примерная стоимость заготовки принимается равной стоимости заготовки-аналога.

Во втором случае предпочтение следует отдавать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью. Методика определения себестоимости заготовки приводится ниже. Она часто используется на ряде предприятий промышленности для предварительных расчетов [6, 7].

В двух рассмотренных случаях имеется полная возможность принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее себестоимость до определения технологической себестоимости варианта всего техпроцесса изготовления детали, включающего механическую обработку.

Вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен и после расчета технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестои-

мость готовой детали. Если же сопоставляемые варианты по технологической себестоимости оказываются равноценными, предпочтительным следует считать вариант заготовки с более высоким коэффициентом использования материала.

На этапе выбора метода получения заготовки с точностью, достаточной для учебного процесса, следует для расчета себестоимости детали использовать формулы (2) и (3) [6, 7]:

$$S_{заг} = \frac{C_{заг}}{1000} M_{заг} \cdot K_т \cdot K_с \cdot K_в \cdot K_п \cdot K_м - (M_{заг} - M_{дет}) \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (3)$$

где $C_{заг}$ – базовая себестоимость 1 т заготовок средней точности, средней сложности из наиболее технологичного для данного способа получения заготовки материала, руб. В прил. В приведены значения $C_{заг}$ и всех необходимых коэффициентов для наиболее распространенных методов литья (значения $C_{заг}$ приведены в ценах 2015 года);

$M_{заг}$ – 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:

$K_т$ – от класса точности заготовки;

$K_с$ – группы сложности заготовки;

$K_в$ – массы заготовки;

$K_п$ – объема выпуска деталей;

$K_м$ – марки материала заготовки.

Эти коэффициенты выбираются отдельно для каждого метода получения заготовки.

Себестоимость механической обработки (в рублях) может быть определена в первом приближении по формуле

$$S_{мех.обр} = C_{дет} \cdot E \cdot K_{мд} \cdot K_{тз} \cdot K_{тд} \cdot K_к \cdot K_{пл}, \quad (4)$$

где $C_{дет}$ – базовая себестоимость обработки заготовки средней точности, средней сложности, массой 1–3 кг (ступенчатые валы, планки, корпусные детали);

E – коэффициент, учитывавший влияние массы заготовки M на себестоимость обработки;

$K_{мд}$ – коэффициент, учитывающий материал детали с точки зрения его обрабатываемости;

$K_{тз}$ – коэффициент, учитывающий точность размеров исходной заготовки;

$K_{тд}$ – коэффициент, учитывающий точность размеров ответственных поверхностей, заданную чертежом детали;

$K_к$ – коэффициент, учитывающий соответствие формы заготовки форме детали:

$$K_к = \frac{V_{пр} + 0{,}8V_{нап}}{V_{пр}}, \qquad (5)$$

где $V_{пр}$ – объем припусков на механическую обработку, мм^3;

$V_{нап}$ – объем напусков, мм^3;

$K_{пл}$ – отношение площади всех обрабатываемых поверхностей к общей площади поверхности заготовки.

Рассчитав себестоимость изготовления детали для ранее выбранных вариантов, определяют вариант с наименьшей себестоимостью детали.

В лабораторной работе будем считать, что изменение метода получения заготовки не повлекло изменений в технологическом процессе ее механической обработки. Поэтому следует рассчитать только себестоимость изготовления заготовки $S_{заг}$, используя формулу (2) для каждого выбранного варианта, при этом:

– масса заготовки $M_{заг}$ и масса готовой детали $M_{дет}$ принимаются по предыдущим расчетам;

– стоимость отходов $S_{отх}$ механообрабатывающего производства (стружки) определяется по табл. В.17;

– базовая себестоимость $C_{заг}$ и поправочные коэффициенты $K_т$, $K_с$, $K_в$, $K_п$ и $K_м$ определяются в зависимости от метода литья по прил. В.

5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА

При проектировании заготовки для каждого варианта ее изготовления рассчитываются три коэффициента использования материала, учитывающие его потери:

– по всему технологическому процессу

$$КИМ = \frac{M_{дет}}{M_{исх.заг}}; \quad (6)$$

– в заготовительном цехе

$$КИМ_{исх.з} = \frac{M_{заг}}{M_{исх.заг}}; \quad (7)$$

– в механическом цехе

$$КИМ_{заг} = \frac{M_{дет}}{M_{заг}}, \quad (8)$$

где $M_{дет}$, $M_{исх\ заг}$, $M_{заг}$ – массы детали, исходной заготовки (слитка, болванки, прутка, трубы и пр.) и заготовки (отливки) соответственно.

При выборе метода получения заготовки учитывают наиболее важный для данного производства показатель.

В лабораторной работе следует рассчитать коэффициенты $КИМ_{заг}$ по формуле (8).

6. ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

По наименьшей себестоимости или (в случае ее равенства по двум рассматриваемым вариантам) по максимальному коэффициенту использования материала окончательно выбрать метод получения заготовки. При неизменном технологическом процессе механической обработки необходимо рас-

считать годовой экономический эффект (в рублях) от внедрения рационального способа получения заготовки по формуле

$$Э = (S_{заг.1} - S_{заг.2}) \cdot N. \quad (9)$$

При внесении изменений в технологический процесс механической обработки экономический эффект рассчитывается по формуле

$$Э = (S_{дет.1} - S_{дет.2}) \cdot N, \quad (10)$$

где $S_{заг.2}$, $S_{дет.2}$ – себестоимость изготовления заготовки и детали по выбранному варианту;

$S_{заг.1}$, $S_{дет.1}$ – себестоимость заготовки альтернативного варианта;

N – годовая программа выпуска изделий, шт./г.

Контрольные вопросы

1. Схема литейного производства. Сущность процесса. Значение литейного производства в машиностроении. В чём состоит экономичность этого процесса?

2. Основные литейные свойства сплавов и пути получения отливок без дефектов.

3. Как оценивается качество различных по назначению групп отливок?

4. Какие факторы влияют на выбор метода получения заготовки литьём? Приведите примеры.

5. Методы получения заготовок литьём; дайте их технические характеристики; укажите область применения.

6. Технология изготовления отливки в песчаные формы. Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

7. Технология изготовления отливки в металлические формы (кокиль). Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

8. Технология изготовления отливки в оболочковые формы. Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

9. Технология изготовления отливки литьём по выплавляемым моделям. Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

10. Технология изготовления отливки под давлением. Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

11. Технология изготовления отливки методом центробежного литья. Разновидности, преимущества, недостатки и область применения этого способа. Ответ поясните схемами.

12. С какой целью проводится предварительная термическая обработка отливок? Перечислите виды термической обработки отливок, применяемые для различных сплавов, и укажите достигаемые результаты.

13. Какие сведения на чертёж отливки наносят конструктор изделия и технолог механического цеха?

14. Порядок разработки чертежа отливки.

15. Как реализует требования, выдвинутые конструктором детали и технологом механического цеха при проектировании чертежа заготовки, технолог заготовительного цеха при проектировании технологии литья? Проиллюстрируйте ответ примерами.

16. Что такое *припуск* на механическую обработку? Зачем он назначается, как определяется? Проиллюстрируйте ответ примерами.

17. Что такое *напуск*? Зачем он назначается? Проиллюстрируйте ответ примерами.

18. Какие факторы влияют на точность отливки? Какие погрешности учитывают в допусках на отливки? Правило деления поля допуска на отливки.

19. Технологические требования к конструкции деталей, получаемых литьём.

Библиографический список

1. ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 54 с.

2. ГОСТ 3.1125–88. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 19 с.

3. ГОСТ 977–88. Отливки стальные. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 56 с.

4. ГОСТ 321.2–92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 20 с.

5. Справочник технолога-машиностроителя / сост. : А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М. : Машиностроение, 1985. – Т1. – 556 с.

6. Автоматизация проектирования технологических процессов / под общ. ред. И. Л. Капустина. – М. : Машиностроение, 1985. – 304 с.

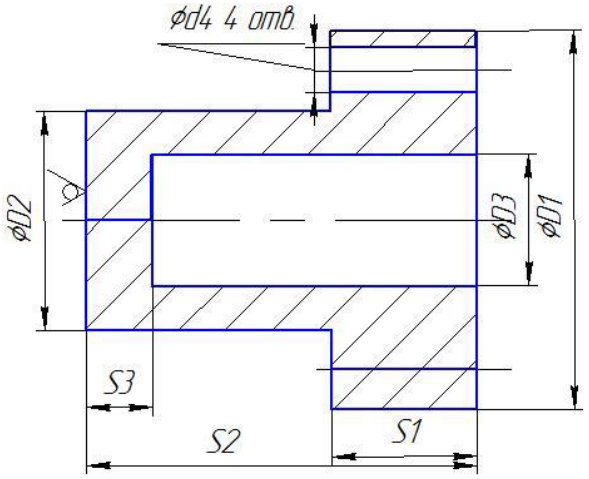
7. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск : Высш. шк., 1983. – 255 с.

Приложение А

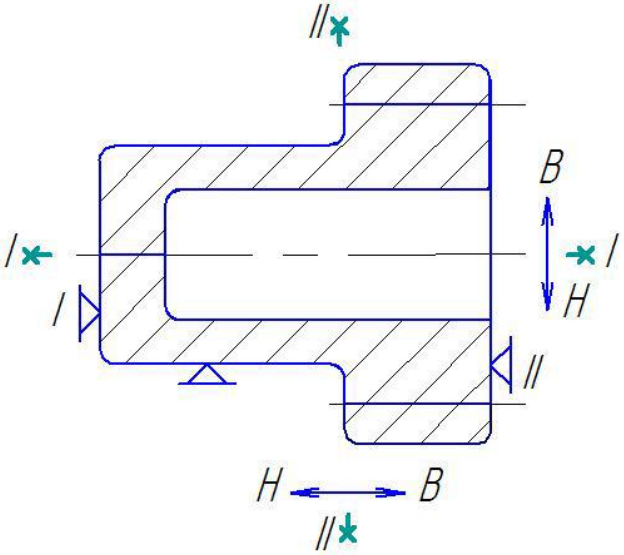
Индивидуальные задания

Вариант 1.х

Эскиз детали

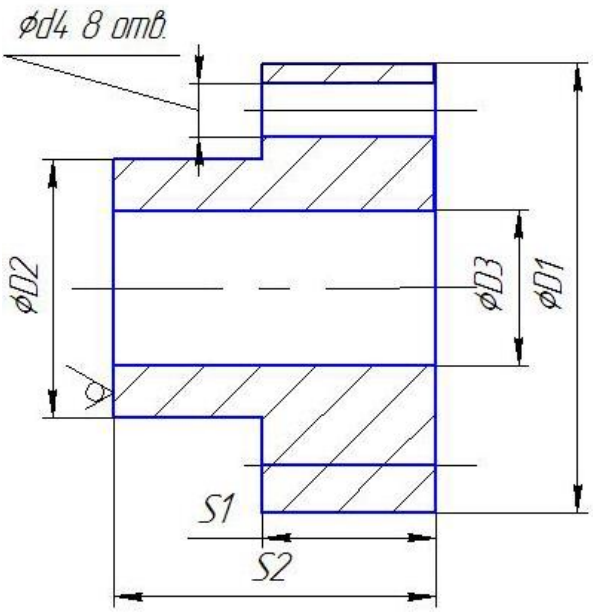


Эскиз заготовки

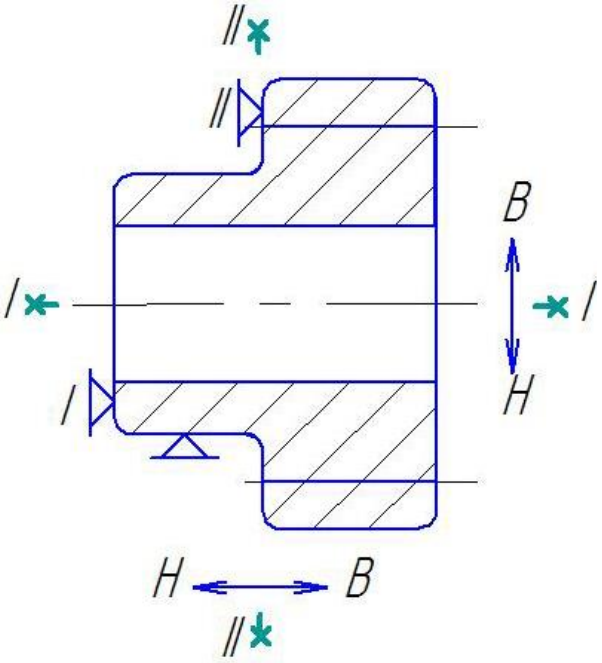


Вариант 2.х

Эскиз детали

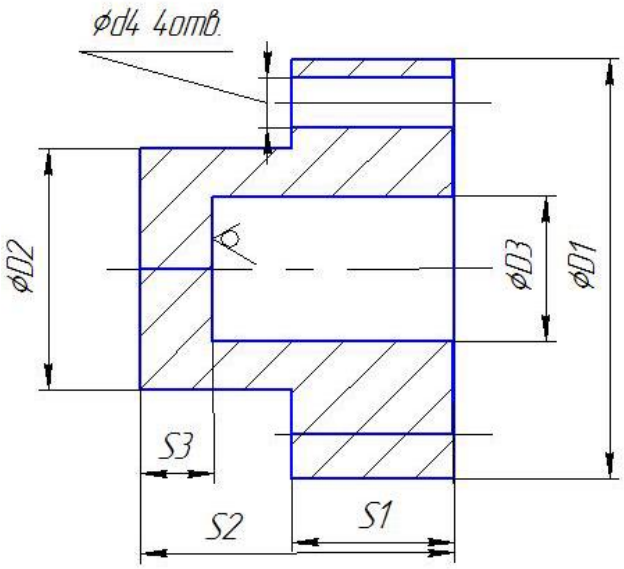


Эскиз заготовки

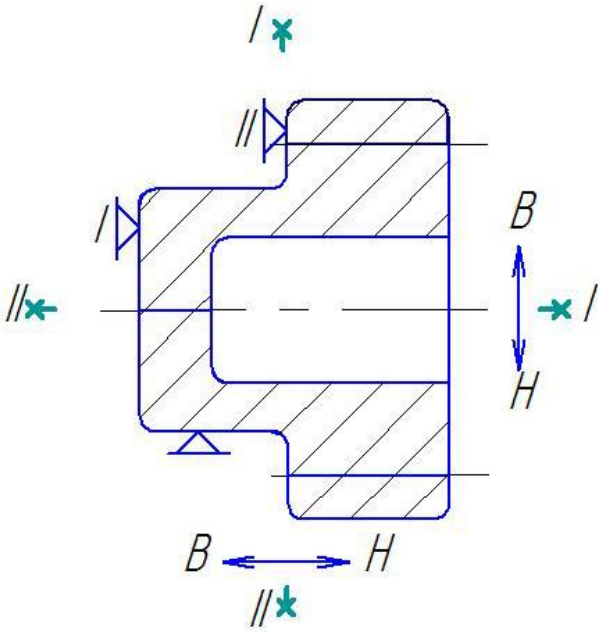


Вариант 3.х

Эскиз детали

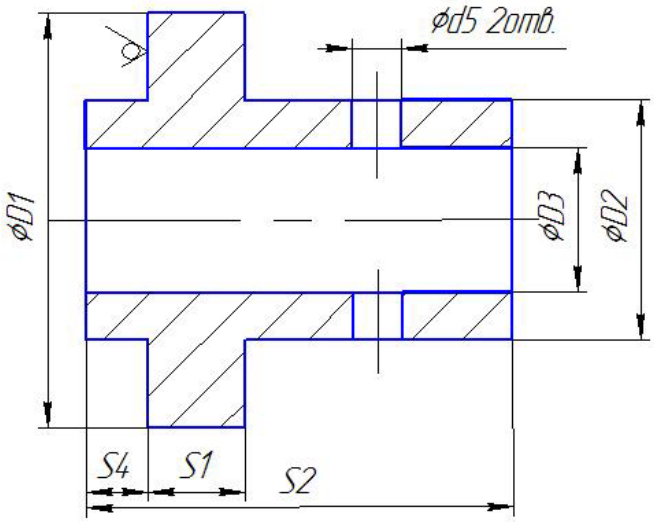


Эскиз заготовки

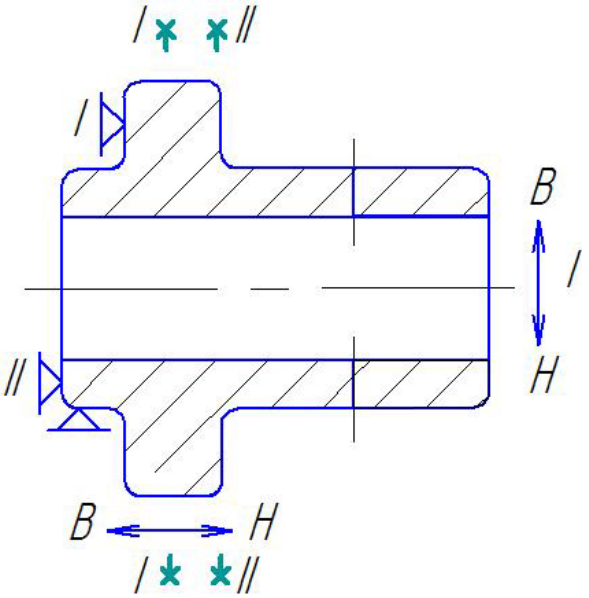


Вариант 4.х

Эскиз детали

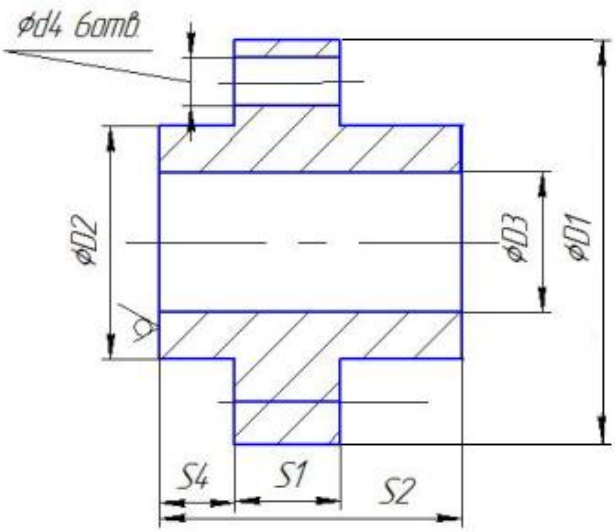


Эскиз заготовки

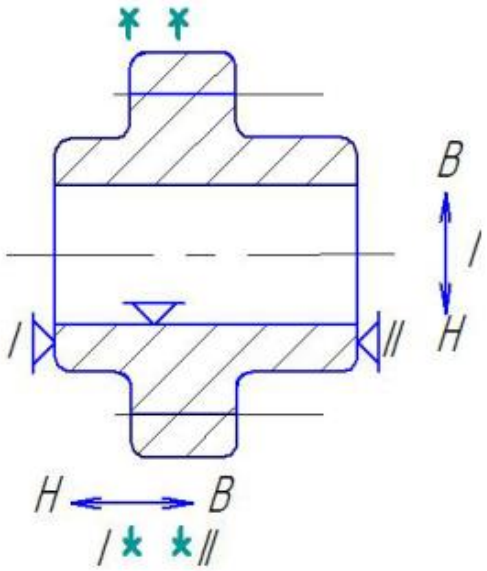


Вариант 5.х

Эскиз детали

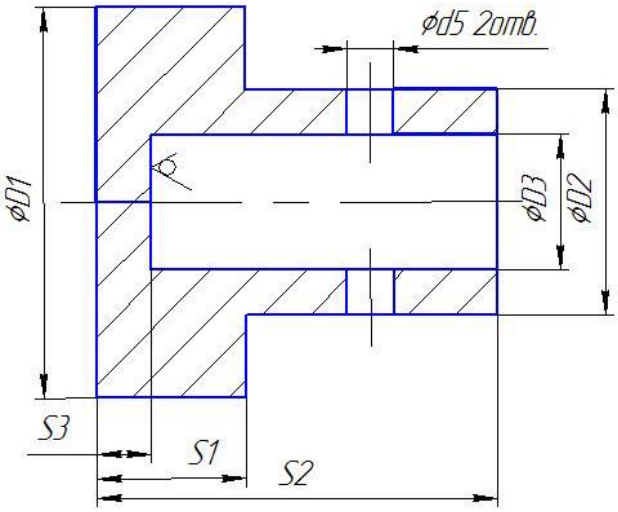


Эскиз заготовки

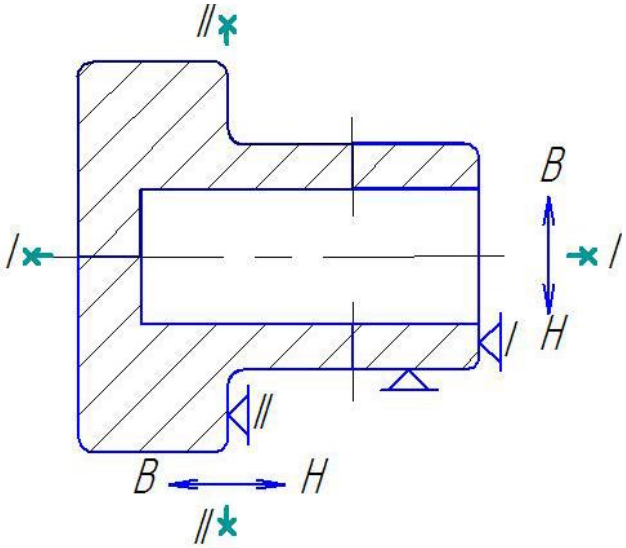


Вариант 6.х

Эскиз детали

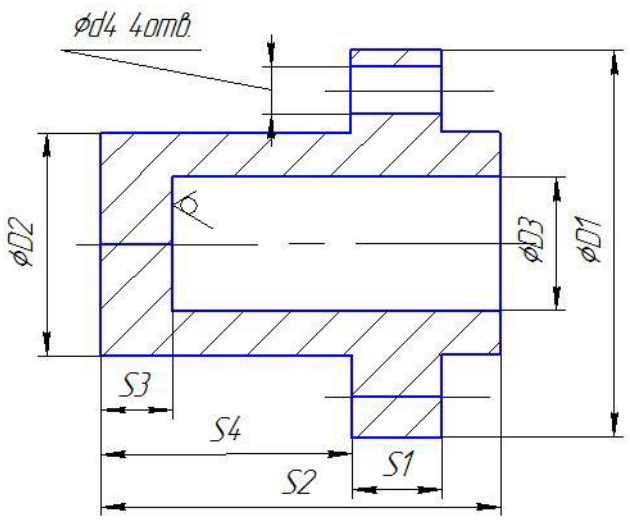


Эскиз заготовки

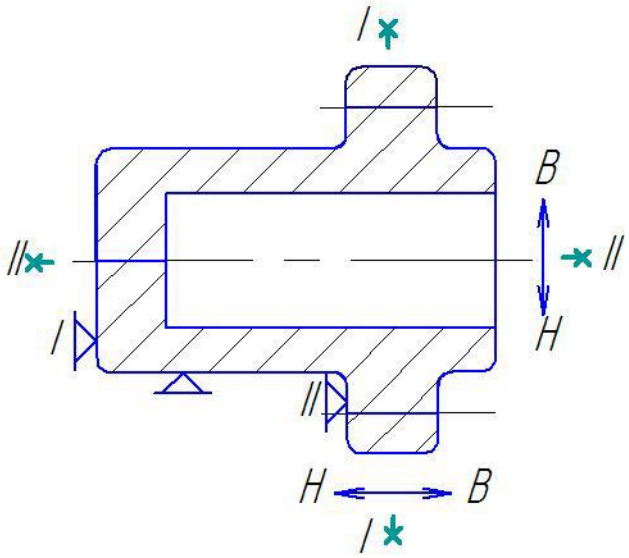


Вариант 7.х

Эскиз детали

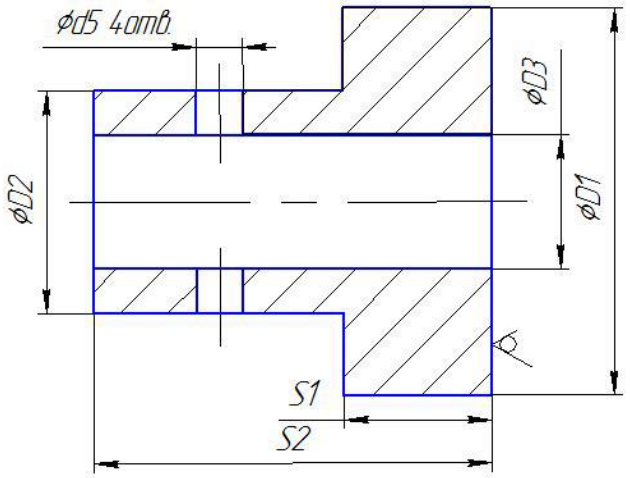


Эскиз заготовки



Вариант 8.х

Эскиз детали



Эскиз заготовки

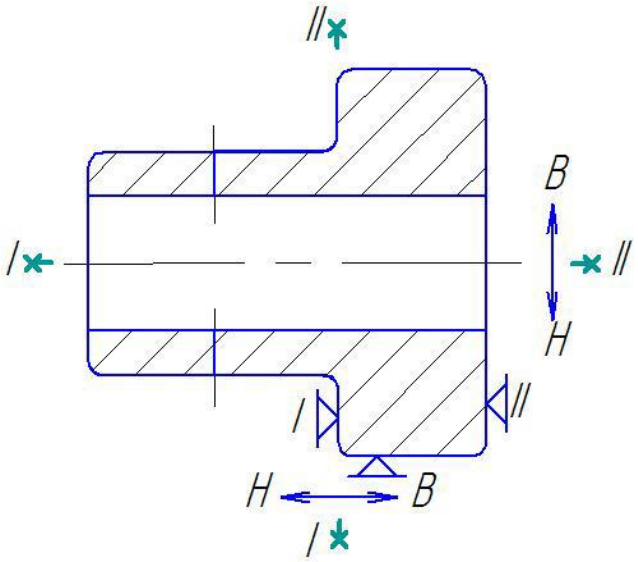


Таблица А.1

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		Dl		D2		D3		d4	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
1.1	Сталь 15Л	50	12	500	12	20	12	S2- S1		300	9	200	7	100	7	20	12
1.2	Бр 010Ф1	8	10	60	12	10	12	S2- S1		40	12	30	6	20	12	3	12
1.3	Ст.20Х13Л	50	14	100	12	10	12	S2- S1		250	12	150	12	100	9	30	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
1.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	5000
1.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	3000
1.3	20	D3, d4	0,63	особо отв.	I	II	II	1000

Таблица А.2

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		D1		D2		D3		d4	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
2.1	Ал 1	5	12	20	12	0		S2-S1		80	9	40	7	30	7	10	12
2.2	КЧ 45-7	20	10	80	12	0		S2-S1		300	12	160	6	120	12	30	12
2.3	Ст.15Л	80	14	200	12	0		S2-S1		400	12	200	12	100	9	20	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
2.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	5000
2.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	33000
2.3	20	D3, d4	0,63	особо отв.	I	II	II	1000

Таблица А.3

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		D1		D2		D3		d4	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
3.1	СЧ 20	5	12	20	12	10	12	S2-S1		80	9	40	7	30	7	10	12
3.2	Ал 4	20	10	80	12	10	12	S2-S1		300	12	160	6	120	12	30	12
3.3	20Х13Л	80	14	200	12	10	12	S2-S1		400	12	200	12	100	9	20	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
3.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	25000
3.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	3000
3.3	20	D3, d4	0,53	особо отб.	I	II	II	1000

Таблица А.4

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S.2.		S3		S4		Dl		D2		D3		d5	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
4.1	Бр 0Ф10-1	5	12	200	12	0		10	12	80	9	40	7	30	7	10	12
4.2	Ал 4	20	10	2800	12	0		30	12	300	12	160	6	120	12	30	12
4.3	20Х13Л	80	14	2000	12	0		60	14	400	12	200	12	100	9	20	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
4.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	6000
4.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	5500
4.3	20	D3, d5	0,63	особо отв.	I	II	II	100

Таблица А.5

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		Dl		D2		D3		d4	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
5.1	15ХГСЛ	5	12	20	12	0		10	12	80	9	40	7	30	7	10	12
5.2	Ал 4	20	10	80	12	0		30	12	300	12	160	6	120	12	30	12
5.3	20Х13Л	80	14	200	12	0		60	14	400	12	200	12	100	9	20	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
5.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	125000
5.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	3000
5.3	20	D3, d4	0,63	особо отв.	I	II	II	1000

Таблица А.6

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		D1		D2		D3		d5	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
6.1	Сталь 15Л	50	12	500	12	20	12	0		300	9	200	7	100	7	20	12
6.2	Бр 010Ф1	8	10	60	12	10	12	0		40	12	30	6	20	12	3	12
6.3	Ст.20Х13Л	50	14	100	12	10	12	0		250	12	150	12	100	9	30	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая R_Z	поверхности	Ra					
6.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	15000
6.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	30000
6.3	20	D3, d5	0,63	особо отв.	I	II	II	5000

Таблица А.7

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		D1		D2		D3		d4	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
7.1	Сталь 35Л	50	12	500	12	20	12	300		300	9	200	7	100	7	20	12
7.2	Ал 5	8	10	60	12	10	12	30		40	12	30	6	20	12	3	12
7.3	Ст. ШХ 15	50	14	100	12	10	12	10		250	12	150	12	100	9	30	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая R_Z	поверхности	Ra					
7.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	15000
7.2	20	D2, D1	1,25	ответств.	II	I	II	2500
7.3	20	D3, d4	0,63	особо отв.	I	II	II	1000

Таблица А.8

№ варианта	Материал	Размеры детали															
		S1		S2		S3		S4		Dl		D2		D3		d5	
		Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT	Ном.	IT
8.1	Ал 1	5	12	220	12	0		S2-S1		80	9	40	7	30	7	10	12
8.2	Р9К10	20	10	380	12	0		S2-S1		300	12	160	6	120	12	30	12
8.3	Ст.45	80	14	500	12	0		S2-S1		400	12	200	12	100	9	20	9

№ варианта	Шероховатость			Характер отливки	Плоскость разъема литейной формы	Базы первой операции механической обработки	Положение формы при заливке	Программа выпуска
	общая Rz	поверхности	Ra					
8.1	40	D2, D3	2,5	общ. назн.	I	I	I	1000
8.2	20	D2, Dl	1,25	ответств.	II	I	II	30000
8.3	20	D3, d5	0,63	особо отв.	I	II	II	1500

Исходные данные к индивидуальному заданию (пример)

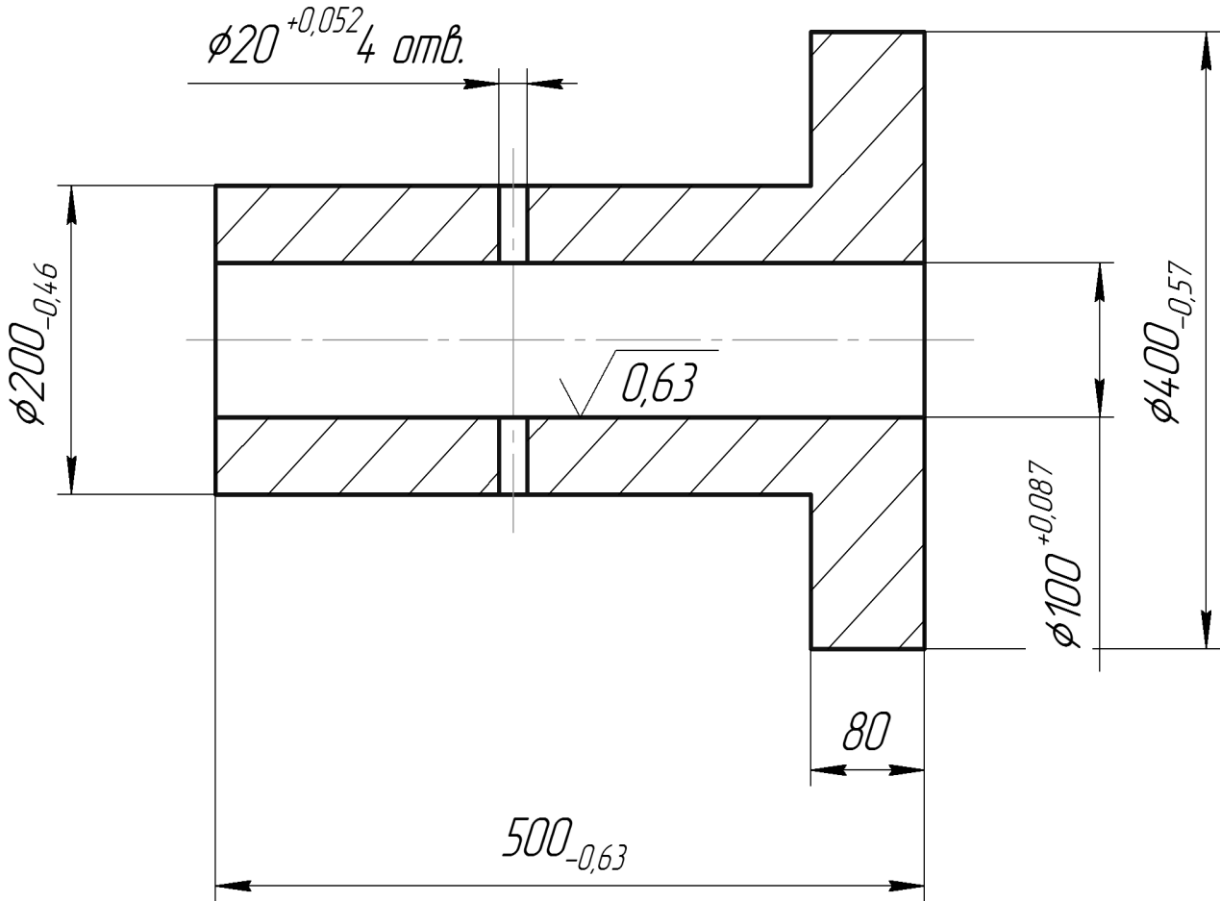


Рис. А.1. Эскиз детали (пример)

Материал Сталь 45

Отливка особо ответственная

Программа выпуска № 1500 шт./г

Плоскость разъема формы – по оси симметрии отливки

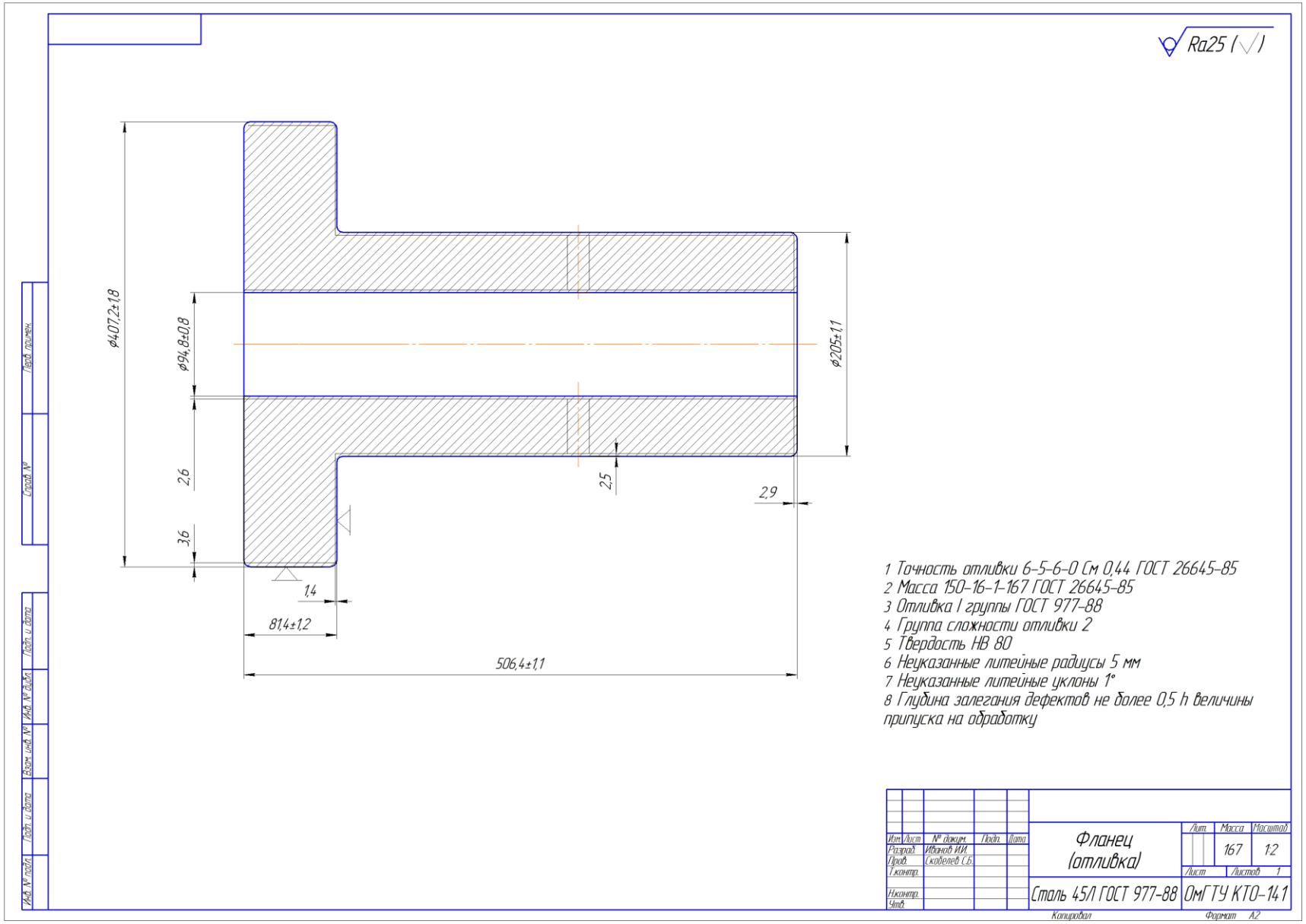


Рис. А.2. Чертеж заготовки

Приложение Б

Справочные материалы

Таблица Б.1

Характеристики металлов и сплавов

Материал	Плотность, г/см^3	Температура плавления, ^{0}С
СТАЛИ:		
15	7,85	Около 1500
35	7,826	-//-
45	7,021	-//-
15Л, 20Л	7,83	-//-
30Л	7,82	-//-
40Л	7,85	-//-
15ХГС	7,85	-//-
20Х13Л	7,74	-//-
Р9К10	8,1	-//-
ШХ15	7,81	-//-
Латунь	8,5	Около 1080
БРОНЗЫ:		-//-
010Ф1	8,8	-//-
0Ф10-1 (в кокиль)	8,76	-//-
0Ф10-1 (в землю)	8,59	-//-
АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ:		
Ал 1	2,81	Около 600
Ал 4	2,65	-//-
Ал 5	2,7	-//-
ЧУГУНЫ:		
Чугун серый	7,3	Около 1100
Чугун ковкий	7,45	-//-

Таблица Б.2

Ориентировочные данные для определения серийности производства отливок

Группа отливок по массе	Масса отливки, кг	Годовой выпуск отливок одного наименования при различных типах производства, шт.				
		единичном	мелко-серийном	серийном	крупно-серийном	массовом
1 (мелкие)	<20	<300	300–3000	3000–35 000	35 000–200 000	>200 000
	20–100	<150	150–2000	2000–15000	15 000–100 000	>100 000
2 (средние)	101–500	<75	75–1000	1000–6000	6000–40 000	>40 000
	501–1000	<50	50–600	600–3000	3000–20 000	>20 000
3 (крупные)	1001–5000	<20	20–100	100–300	300–4000	>4000
4 (очень крупные)	5001–10 000	<10	10–50	50–150	150–1000	>1000
	>10 000	<5	5–25	25–75	>75	–

Таблица Б.3

Классификация отливок по назначению

Назначение	Характеристика	Группа
Общего назначения	Отливки деталей, которые не испытываются на прочность	1
Ответственные	Отливки деталей, испытываемых на прочность, работающих при статических нагрузках, а также в условиях трения скольжения	2
Особо ответственные	Отливки деталей, испытываемых на прочность и эксплуатируемых в условиях динамических и знакопеременных нагрузок	3

Таблица Б.4

Технические возможности методов литья

Метод изготовления заготовок	Max размер отливки, мм	Min толщина стенки, мм	Min диаметр отверстия, выполняемого стержнем, мм	Min радиус скругления, мм	Литейный уклон, град	Класс точности отливки (квалитет)
1. Литье в песчаные формы	20000	3	8	5	0,5–3	6–14 (IT 14–19)
2. Литье в металлические формы (кокили)	2000	3	8	3	0,5–1,2	4–11 (IT 13–18)
3. Литье по выплавляемым моделям	1000	1	5	5	1–2	3–8 (IT 12–15)
4. Литье в оболочковые формы	1500	3	6	5	1–2	3–8 (IT 12–15)
5. Литье под давлением	700	0,5	1.5	0,5	0,5–1	3т–7 (IT 11–14)

Окончание табл. Б.4

Метод изготовления заготовок	Параметры шероховатости по ГОСТ 2789–73	Припуск, мм	Коэффициент использования материала	Выход годного литья, %	Проблемы
1. Литье в песчаные формы	Rz40 (для цветных сплавов) Rz80 и грубее (прочие)	2–14	0,71	30–50	Низкая точность, высокая трудоемкость
2. Литье в металлические формы (кокили)	Rz20 (для цветных сплавов) Rz40 и грубее (прочие)	1,5–8	0,74	410–50	Трудно получать тонкостенные отливки сложной конфигурации (особенно из сплава с большой усадкой)
3. Литье по выплавляемым моделям	Ra2,5 (для цветных сплавов) Rz20 и грубее (прочие)	0,2–0,7	0,91	60	Большая трудоемкость, сложность автоматизации процесса, высокая стоимость отливок
4. Литье в оболочковые формы	Ra2,5 (для цветных сплавов) Rz20 и грубее (прочие)	1–8	0,90	50–60	Высокая стоимость синтетических смол
5. Литье под давлением	Ra0,63 (для цветных сплавов) Ra1,25 и грубее (прочие)	0,3–1,5	0,95	60	Низкая стойкость пресс-форм при получении отливок из сплавов с высокой температурой плавления

Таблица Б.5

Области применения основных способов литья

Способ литья	Получаемые отливки
В песчаные формы	Любых конфигураций, размеров и массы
В металлические формы (кокили)	Простые и средней сложности, мелкие и средние по массе и размерам в серийном и массовом производстве
Центробежное литье	Мелкие и средние в серийном и массовом производстве, имеющие форму тел вращения
В оболочковые формы	Мелкие и средние, средней сложности с повышенной точностью и чистотой поверхности в серийном и массовом производстве
По выплавляемым моделям	Мелкие любой сложности, с большой точностью размеров и высокой чистотой поверхности в основном из стали и труднообрабатываемых сплавов при серийном и массовом производстве
Под давлением	Мелкие любой конфигурации, с большой точностью размеров и высокой чистотой поверхности из цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов в крупносерийном и массовом производстве
Непрерывное	Длинные, круглого и прямоугольного сечения в массовом производстве

Таблица Б.6

Классификация отливок по сложности

Характеристика	Группа
Удлиненные детали типа тел вращения	1
Детали типа дисков: маховики, основные диски муфт сцепления, шкивы, диски, корпусы подшипников	2
Простые по конфигурации коробчатые плоские детали	3
Закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри которых монтируются механизмы машин	4
Крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых обычно монтируются узлы и механизмы машин	5

Таблица Б.7

Формовочные уклоны наружных поверхностей моделей или стержневых ящиков

Измеряемая высота поверхности модели, мм	Уклоны (не более) для моделей			
	выплавляемых	оболочковых форм	металлических	деревянных
До 20	0°20’	0°45’	1°30’	3°00’
Св. 20 до 50	0°15’	0°30’	1°00’	1°30’
Св. 50 до 100	0°10’	0°30’	0°45’	1°00’
Св. 100 до 200	–	0°20’	0°30’	0°45’
Св. 200 до 300	–	0°20’	0°30’	0°30’
Св. 300 до 800	–	–	0°20’	0°30’
Св. 800 до 2000	–	–	–	0°20’
Св. 2000	–	–	–	0°15’

Приложение В

Значения базовой себестоимости и поправочных коэффициентов методов литья

1. Литье в песчаные (земляные) формы и кокиль

Базовая себестоимость 1 тонны отливок из серого чугуна марок СЧ-00, СЧ-12-28, СЧ-15-32, СЧ-18-36 12-го класса точности по ГОСТ 26645–85, 3-й группы сложности и 3-й группы серийности составляет 29 000 руб.

Таблица В.1

Значения коэффициента K_c

Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун, сталь	0,7	0,83	1	1,2	1,45
Сплавы: алюминиевые	0,82	0,89	1	1,1	1,22
магниевые	0,82	0,9	1	1,11	1,25
медные и бронзы	0,97	0,98	1	1,02	1,04
цинковые	0,92	0,96	1	1,05	1,11

Таблица В.2

Значения коэффициента $K_м$

Наименование и марка материала	$K_м$
Чугун: СЧ-00, СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36	1
СЧ 24-44, СЧ 32-52, СЧ 28-48	1,09
СЧ 35-56, СЧ 38-60	1,1
ВЧ 45-0, ВЧ 50-1,5, ВЧ 60-2	1,24
КЧ 30-6, КЧ 33-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12	1,15
Сталь: углеродистая	1,21
низколегированная	1,6
легированная	2,2–2,6
Сплавы цветных металлов: алюминиевые	5,1
магниевые	9,15
медно-цинковые и бронзы оловянистые	4,15
бронзы оловянисто-свинцовые	5,4
цинковые	3,4

Коэффициент K_m, зависящий от класса точности заготовки, принимается равным 1,08 для заготовок 1–5т класса точности; 1,03 – для заготовок 5–10 класса точности и 1,0 – для менее точных заготовок.

Таблица В.3

Значения коэффициента $K_в$

Масса отливки, кг	Материал отливки				
	Чугун	Сталь	Алюминиевые сплавы	Магниевые сплавы	Бронза и цинковые сплавы
До 1	1,1	1,07	1,05	1,07	1,01
Св. 1–3	1	1	1	1	1
-//- 3–10	0,91	0,93	0,96	0,97	0,99
-//- 10–20	0,84	0,87	0,94	0,94	0,99
-//- 20–50	0,8	0,82	0,92	0,91	0,98
-//- 50–200	0,74	0,78	0,89	0,88	0,97
-//- 200	0,67	0,74	0,87	0,78	0,96

Коэффициент $K_п$ определяется материалом заготовки и группой серийности, которую можно определить по данным табл. В.4. Значения коэффициента $K_п$, зависящего от объема выпуска деталей, приведены в табл. В.5.

Таблица В.4

Группы серийности отливок в зависимости от объема производства

Масса отливки, кг	Объем, тыс. шт., при группах серийности				
	1	2	3	4	5
До 1	Св. 500	400–500	250–400	100–250	Менее 100
Св. 1–3	-//- 350	225–350	150–225	75–150	-//- 75
-//- 3–10	-//- 200	140–200	90–140	30–90	-//- 30
-//- 10-20	-//- 100	70–100	40–70	15–40	-//- 15
-//- 20–50	-//- 60	40–60	25–40	10–25	-//- 10
-//- 50–200	-//- 40	30–40	19–30	7,5–19	-//- 7,5
-//- 200	-//- 25	17–25	10–17	4,5–10	-//- 4,5

Таблица В.5

Значения коэффициента $K_п$

Материал отливки	Группы серийности				
	1	2	3	4	5
Чугун	0,52	0,76	1	1,2	1,44
Сталь	0,5	0,77	1	1,2	1,48
Сплавы:					
алюминиевые	0,77	0,9	1	1,11	1,22
магниевые	0,82	0,92	1	1,1	1,17
медно-цинковые и бронзовые	0,91	0,96	1	1,05	1,08
цинковые	0,85	0,93	1	1,06	1,14

2. Литье по выплавляемым моделям

Базовая себестоимость 1 тонны отливок из углеродистой стали массой 0,1–0,2 кг, 12-го класса точности по ГОСТ 26645–85, 3-й группы сложности и 2-й группы серийности составляет 23 300 руб.

Коэффициент $K_т$, зависящий от класса точности заготовки, принимается равным 1,1 для заготовок 1–5т класса точности; 1,05 – для заготовок 5–10 класса точности и 1,0 – для менее точных заготовок.

Таблица В.6

Значения коэффициента K_c

Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Сталь углеродистая	0,86	0,92	1	1,12	1,24
Сталь низколегированная	0,86	0,93	1	1,11	1,23
Сталь высоколегированная	0,85	0,95	1	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1	1,15	1,26
Бронза	0,9	0,95	1	1,08	1,19

Таблица В.7

Значения коэффициента $K_м$

Наименование и марка материала	$K_м$
Сталь углеродистая	1
Сталь низколегированная	1,04
Сталь высоколегированная	1,23
Сплавы медные	1,65
Бронзы оловянистые	1,83
Бронзы безоловянистые	1,52

Таблица В.8

Значения коэффициента $K_в$

Масса отливки, кг	Материал отливки				
	Сталь углеродистая низколегированная	Сталь высоко-легиров.	Мед-ный сплав	Бронза безоловяни-стая	Бронза оловянистая
0,05–0,1	1,37	1,31	1,2	1,3	1,3
0,1–0,2	1	1	1	1	1
0,2–0,5	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
0,5–1	0,7	0,74	0,89	0,76	0,8
1–2	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
2–5	0,5	0,53	0,82	0,64	0,7
5–10	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
Св. 10	0,38	0,4	0,72	0,57	0,64

Коэффициент K_n определяется материалом заготовки и группой серийности, которую можно определить по данным табл. В.9

Таблица В.9

Группы серийности отливок в зависимости от объема производства

Масса отливки, кг	Объем, тыс. шт., при группах серийности				
	1	2	3	4	5
0,1–0,2	Св. 400	360–400	330–360	300–330	Менее 300
0,2–0,5	-//- 300	275–300	250–275	225–250	-//- 225
0,5–1	-//- 15	13,5–15	12–13,5	11–12	-//- 11
1–2	-//- 12	11–12	10–11	9–10	-//- 9
2–5	-//- 10	9–10	8–9	7–8	-//- 7
5–10	-//-4	3,6–4	3,3–3,6	3–3,3	-//- 3
Св. 10	-//- 3	2,6–3	2.3–2,6	2–2,3	-//- 2

Коэффициент K_n для отливок, получаемых по выплавляемым моделям, определяется независимо от марки материала и принимает следующие значения: 0,83 для 1-й группы серийности; 0,91 – для 2-й группы серийности; 1,0 – для 3-й группы серийности; 1,11 – для 4-й группы серийности и 1,23 – для 5-й группы серийности.

3. Литье в оболочковые формы

Базовая себестоимость 1 тонны отливок из серого чугуна марок СЧ-00, СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36 5-го класса точности по ГОСТ 26645–85, 3-й группы сложности и 2-й группы серийности составляет 59 000 руб.

Коэффициент K_m, зависящий от класса точности заготовки, принимается равным 1,02 для заготовок 1–5т класса точности; 1,0 – для заготовок 5–10-го класса точности и 0,98 – для менее точных заготовок.

Таблица В.10

Значения коэффициента K_c

Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун серый	0,83	0,91	1	1,1	1,2
Чугун высокопрочный	0,86	0,93	1	1,07	1,16
Сталь углеродистая	0,84	0,91	1	1,09	1,21

Таблица В.11

Значения коэффициента $K_м$

Наименование и марка материала	$K_м$
Чугун: СЧ-00, СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36	1
СЧ 21-40, СЧ 24-44, СЧ 32-52, СЧ 28-48	1,26
СЧ 35-56, СЧ 38-60	1,4
ВЧ 45-0, ВЧ 50-1,5, ВЧ 60-2	1,45
Сталь: 15Л, 20Л, 30Л, 40Л, 50Л, 55Л	1,45

Таблица В.12

Значения коэффициента $K_в$

Масса отливки, кг	Материал отливки				
	СЧ 00 СЧ 18-36	СЧ 21-49 СЧ 28-48	СЧ 35-56 СЧ 38-60	ВЧ 45-0 ВЧ 60-2	Сталь углеродистая
До 0,5	1,21	1,16	1,13	1,12	1,12
0,5–1	1,1	1,07	1,06	1,06	1,06
1–3	1	1	1	1	1
3–6	0,91	0,93	0,93	0,93	0,89
6–10	0,83	0,83	0,82	0,86	0,8
10–20	0,78	0,75	0,74	0,79	0,71
20–50	0,73	0,69	0,67	0,7	0,62
50–200	0,69	0,62	0,6	0,61	0,55
Св. 200	0,65	0,55	0,53	0,54	0,45

Коэффициент $K_п$ назначается по группе серийности, которую можно определить по данным табл. В.9 Коэффициент $K_п$ принимает следующие значения: 0,8 – для 1-й группы серийности; 0,9 – для 2-й группы серийности; 1,0 – для 3-й группы серийности; 1,12 – для 4-й группы серийности и 1,25 – для 5-й группы серийности.

4. Литье под давлением

Базовая себестоимость 1 тонны отливок из алюминиевого сплава массой 0,1–0,2 кг 7-го класса точности по ГОСТ 26645–85, 3-й группы сложности и 2-й группы серийности составляет 178 000 руб.

Коэффициент $K_т$, зависящий от класса точности заготовки, принимается равным 1,05 для заготовок 1–5т класса точности; 1,0 – для заготовок 5–10-го класса точности и 0,95 – для менее точных заготовок.

Таблица В.13

Значения коэффициента K_c

Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Сплавы:					
алюминиевые	0,88	0,94	1	1,07	1,15
магниевые	0,85	0,92	1	1,07	1,16
медные	0,89	0,95	1	1,07	1,15
цинковые	0,88	0,93	1	1,07	1,15

Коэффициент $K_м$, зависящий от материала заготовки, имеет следующие значения: 1,0 – для алюминиевых сплавов; 1,5 – для магниевых сплавов; 0,93 – для медных сплавов и 0,81 – для цинковых сплавов.

Таблица В.14

Значения коэффициента $K_в$

Масса отливки, кг	Материал отливки			
	Алюминиевые сплавы	Магниевые сплавы	Медные сплавы	Цинковые сплавы
0,1–0,2	1	1	1	1
0,2–0,5	0,9	0,85	0,89	0,91
0,5–1	0,81	0,75	0,81	0,82
1–2	0,75	0,68	0,75	0,75
2–5	0,69	0,61	0,71	0,7
5–10	0,64	0,57	0,67	0,63
Св. 10	0,62	0,55	0,65	0,61

Коэффициент $K_п$ зависит от материала заготовки и группы серийности, которую можно определить по данным табл. В.15

Таблица В.15

Группы серийности отливок
в зависимости от объема производства

Масса отливки, кг	Объем, тыс. шт., при группах серийности				
	1	2	3	4	5
0,1–0,2	Св. 600	550–600	500–550	450–500	Менее 450
0,2–0,5	-//- 500	455–500	415–455	375–415	-//- 375
0,5–1	-//- 400	360–400	330–360	300–330	-//- 300
1–2	-//- 300	275–300	250–275	225–250	-//- 225
2–5	-//- 200	182–200	165–182	150–165	-//- 150
5–10	-//- 100	90–100	83–90	75–83	-//- 75
Св. 10	-//- 50	45–50	40–45	35–40	-//- 35

Таблица В.16

Значения коэффициента K_n

Материал отливки	Группы серийности				
	1	2	3	4	5
Сплавы:					
алюминиевые	0,92	0,96	1	1,04	1,09
магниевые	0,88	0,94	1	1,04	1,08
медные	0,93	0,96	1	1,03	1,07
цинковые	0,93	0,96	1	1,03	1,07

Таблица В.17

Заготовительные цены на 1 т стружки черных и цветных металлов

Тип отходов	Стоимость, руб. (2015 г.)
Стальная и чугунная стружка для доменных печей	4 550
Лом и отходы:	
легированной стали	9 460
шарикоподшипниковой стали	12 000
алюминиевых сплавов (стружка)	46 160
оловянистой бронзы	140 060
Латунная стружка	100 860

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок»
для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»