

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра ремонта и основ конструирования машин

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ
РАЗРАБОТКИ. РАСЧЕТ
МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ИЗДЕЛИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

*Для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по
направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические
средства», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов» всех форм обучения*

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2021

УДК 658.512.2
ББК 34.42
К 93

Составители: сотрудники кафедры ремонта и основ конструирования машин Костромской ГСХА канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой *А.Е. Курбатов*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры *И.П. Петрюк*.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент кафедры технических систем в АПК Костромской ГСХА *И.А. Смирнов*.

Рекомендовано методической комиссией инженерно-технологического факультета в качестве методических указаний по выполнению лабораторно-практической работы для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» всех форм обучения

К 93 Технико-экономическое обоснование конструкторской разработки. Расчет металлоемкости изделия : методические указания по выполнению лабораторно-практической работы / сост. А.Е. Курбатов, И.П. Петрюк. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 20 с. : ил. ; 20 см. — Текст непосредственный.

Содержится теоретический материал и практические рекомендации к выполнению лабораторно-практического занятия при изучении дисциплины «Основы конструирования». Изложена методика расчета основных показателей, характеризующих металлоемкость изделий машиностроения. Приведены сведения из нормативно-технической документации, необходимые для технико-экономического обоснования конструкторской разработки.

Предназначены для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» всех форм обучения.

УДК 658.512.2
ББК 34.42

Цель и задачи лабораторной работы

Целью настоящей работы является ознакомление с методикой технико-экономического обоснования конструкторской разработки.

Задачами студента является приобретение навыков обоснования выбора заготовки и способа ее получения для обрабатываемой детали; навыков работы с нормативно-технической документацией и стандартами, необходимыми для проектирования деталей и заготовок.

Теоретические основы

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки из черных и цветных металлов и сплавов и различные профили проката.

Основным показателем, характеризующим экономичность выбранного метода получения заготовок, является коэффициент использования материала (КИМ), выражающий отношение массы детали к норме расхода металла на деталь:

$$\text{КИМ} = K_{\text{вг}} \cdot K_{\text{вт}} = \frac{M_3}{M_{\text{н}}} \cdot \frac{M_{\text{д}}}{M_3} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{н}}}, \quad (1.1)$$

где $K_{\text{вг}} = \frac{M_3}{M_{\text{н}}}$ – коэффициент выхода годного (M_3 – масса заготовки;

$M_{\text{н}}$ – норма расхода материала на деталь с учетом всех потерь);

$K_{\text{вт}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}$ – коэффициент весовой точности ($M_{\text{д}}$ – масса детали).

В табл. 1.1 приведены значения коэффициента весовой точности ($K_{\text{вт}}$) для различных способов производства заготовок.

Для рационального расходования материала необходимо обеспечивать величину КИМ не ниже 0,75.

Валы и оси составляют 10...13 % в общем объеме производства деталей машин. По технологическому признаку валы и оси делятся на гладкие и ступенчатые, цельные и пустотелые, валы с фланцами, гладкие шлицевые валы и валы-шестерни, а также комбинированные.

По длине L валы делятся на четыре группы:

1 группа – $L = 150$ мм;

2 группа – $L = 150 \dots 500$ мм;

3 группа – $L = 500 \dots 1200$ мм;

4 группа – $L > 1200$ мм.

Валы 3 и 4 групп составляют 85% общего числа валов.

Таблица 1.1. Коэффициент весовой точности для различных способов производства заготовок

Способ производства заготовок	$K_{ВТ}$
Литье в песчано-глинистые формы (ПГФ)	0,70
Центробежное литье	0,85
Литье под давлением	0,91
Литье в кокиль	0,80
Литье в оболочковые формы	0,90
Литье по выплавляемым моделям	0,91
Свободная ковка	0,60
Штамповка на молотах и прессах	0,80
Штамповка на горизонтально-ковочных машинах	0,85
Прокат	0,40
Сварные заготовки	0,95

По отношению длины L и среднего диаметра D валы делятся на жесткие ($L/D = 8...12$) и нежесткие ($L/D > 12$).

Гладкие валы и оси, ступенчатые валы с небольшим (до 15...25 %) перепадом между наибольшим и наименьшим диаметрами изготавливают из круглого проката *независимо* от типа производства. Однако если КИМ ниже 0,65...0,75, прокат необходимо обрабатывать давлением, приближая конфигурацию заготовки к форме готовой детали.

Обобщенный критерий целесообразности использования проката в качестве заготовки для деталей переменного сечения имеет вид:

$$\frac{M_{д} \cdot (M_{пр} - M_{шт})}{M_{пр} \cdot M_{шт}} < 0,05, \quad (1.2)$$

где $M_{д}$, $M_{пр}$, $M_{шт}$ – соответственно масса детали, масса заготовки из проката и масса штампованной заготовки.

Если указанное соотношение не выполняется, целесообразно применять штампованную заготовку.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска деталей. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия.

Техничко-экономическое обоснование ведется по двум или нескольким конкурирующим вариантам **в следующем порядке:**

– устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу, шероховатости обрабатываемых поверхностей и другим техническим требованиям на изготовление детали;

– назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по нормативным таблицам соответствующих стандартов или производят расчет аналитическим методом при наличии маршрута обработки;

– определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;

– назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода ее получения;

– производят расчет массы заготовки на сопоставляемые варианты;

– определяют норму расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (на литниково-питающую систему, прибыли, угар, облой, некратность и т.п.);

– определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок с технологическими потерями и без потерь;

– определяют себестоимость изготовления заготовки по каждому из вариантов изготовления для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки;

– определяют годовую экономию материала по сопоставляемым вариантам получения заготовки;

– определяют годовую экономию от выбранного варианта заготовки в денежном выражении.

Норма расхода материала на единицу продукции M_H определяется выражением:

$$M_H = M_D + M_{TO} + M_{ZO} , \quad (1.3)$$

где M_D – масса готовой детали; M_{TO} – масса технологического отхода; M_{ZO} – масса заготовительного отхода.

Масса технологического отхода M_{TO} представляет собой неизбежные для выбранного способа производства потери материала, которые определяются выражением:

$$M_{TO} = M_{ТПЗ} + M_{ТПМ} , \quad (1.4)$$

где $M_{ТПЗ}$ – технологические потери материала, связанные с изготовлением детали на стадии получения заготовки: для поковок – потери на угар, облой, клещевину; для отливок – потери на литниково-питаю-

щую систему, прибыли и др.; $M_{ТПМ}$ – технологические потери материала на стадии механической обработки заготовок в виде припусков и напусков.

Технологический отход находится в прямой зависимости от типа производства.

Отходы при механической обработке металлов по разным видам заготовок от чистой массы деталей в среднем составляют: для отливок чугуновых, стальных и бронзовых – 15...20 %; для заготовок, полученных свободной ковкой, – 15...40 %; для заготовок, полученных горячей объемной штамповкой – 10 %; для заготовок из стального проката – 15%.

Масса заготовительного отхода $M_{зо}$ непосредственно с процессом изготовления детали не связана. Она определяется условиями поставки материала и складывается из отходов по некратности длины прутка длине заготовки, из полосовых отходов при холодной вырубке заготовок из листа, из отходов на обрезание, на зажим, на торцовую обрезку и др. При любом типе производства необходимо стремиться к снижению нормы расхода материала за счет уменьшения технологического и заготовительного отходов.

Масса, с которой заготовка поступает на предварительную механическую обработку, называется массой заготовки:

$$M_з = M_д + M_{ТПМ} , \quad (1.5)$$

При определении массы заготовки или детали сначала вычисляют их объемы. Сложную фигуру условно разбивают на элементарные части (цилиндры, конусы, кольца, призмы, пирамиды и т.д.) и определяют объемы этих элементарных частей по справочным таблицам. Сумма элементарных объемов составит общий объем. Принято объем заготовки определять с учетом плюсовых допусков. Точнее и быстрее эту задачу в настоящее время можно решить, используя компьютерные программы трехмерного моделирования (например, AutoCAD, КОМПАС-3D и др.).

Тогда масса заготовки

$$M_з = \frac{\rho \sum_{i=1}^k V_i}{1000} , \quad (1.6)$$

где V_i – объем i -того элемента, см^3 ; ρ – плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$; k – число разбиений.

Учитывая все потери материала при выбранном методе получения заготовки, определяют норму расхода материала на деталь.

Для приближенной и быстрой оценки различных вариантов технологии изготовления заготовки без анализа элементов себестоимости применяют упрощенный расчет себестоимости заготовки. Сравнение в этом случае производят с учетом себестоимости приведенных затрат как заготовки, так и последующей механической обработки.

В общем виде технологическая себестоимость детали C_d определяется как сумма технологических себестоимостей заготовки C_3 и механической обработки $C_{\text{МЕХ}}$:

$$C_d = C_3 + C_{\text{МЕХ}} . \quad (1.7)$$

Себестоимость механической обработки сводится к определению затрат $C_{\text{СТР}}$ на превращение в стружку припуска на механическую обработку данной заготовки:

$$C_{\text{МЕХ}} = \frac{C_{\text{СТР}} \cdot (M_3 - M_d)}{1000} , \quad (1.8)$$

где $C_{\text{СТР}}$ – затраты на механическую обработку, отнесенные к 1 тонне стружки (руб./т).

В тех случаях, когда вид механической обработки, тип и количество оборудования, оснастки практически не зависят от способа производства заготовок, то есть когда при любом варианте получения заготовок их последующая механическая обработка отличается только объемом удаляемого металла, технологическая себестоимость детали может быть определена по приближенной зависимости:

$$C_d = \frac{M_d \cdot [C_3 - C_{\text{СТР}} \cdot (1 - \text{КИМ})]}{\text{КИМ}} , \quad (1.9)$$

где C_3 – оптовая цена единицы массы заготовки.

Пример выполнения

Спроектировать заготовку из круглого горячекатаного проката для изготовления ступенчатых валов в условиях мелкосерийного производства ($N = 300$ шт./год). Рабочий чертеж детали представлен на рис. 1.1. Определить коэффициент весовой точности $K_{\text{ВТ}}$, коэффициент использования металла КИМ.

Диаметр проката определяется исходя из диаметра наибольшей ступени вала; к нему прибавляют общий припуск на механическую обработку, определяемый по Приложению 1 в зависимости от отношения всей длины вала L к диаметру его наибольшей ступени D_{max} (L/D_{max}):

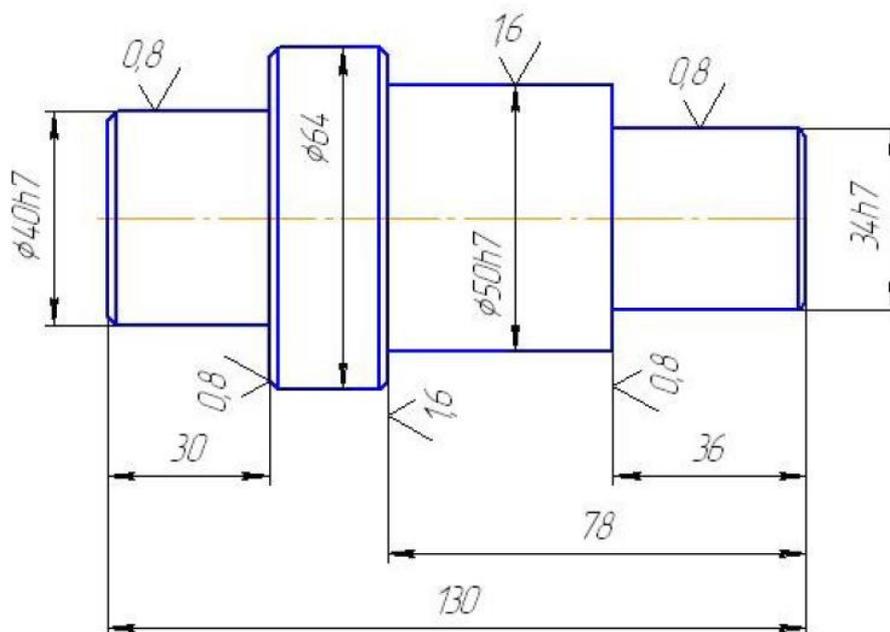


Рис. 1.1. Чертеж детали

$$\frac{L}{D_{\max}} = \frac{130}{64} = 2,03$$

Тогда по Приложению 1 диаметр заготовки $D_3 = 70$ мм.

Определим длину заготовки по Приложению 2.

Назначаем двусторонний припуск на обработку обоих торцов детали $2a = 7$ мм.

Тогда длина заготовки L_3 составит:

$$L_3 = L + 2a = 130 + 7 = 137 \text{ мм.}$$

Учитывая предельные отклонения для проката обычной точности (В) по ГОСТ 2590-88 (Приложение 3), допускаемые отклонения на диаметр заготовки – $\varnothing 70_{-1,1}^{+0,5}$ мм.

Учитывая, что допуск на предельные отклонения размеров, как правило, соответствует 14 качеству $\left(\pm \frac{IT14}{2}\right)$, то согласно табл. 1.2

допускаемые отклонения длины заготовки – $137 \pm 0,5$ мм.

Чертеж заготовки детали представлен на рис. 1.2.

Определим объем и массу детали.

Вал можно разбить на элементы – цилиндры (ступени вала), тогда он будет состоять из четырех цилиндров, объем V_i которых можно определить по следующей формуле:

Таблица 1.2. Допуски для размеров до 500 мм в миллиметрах

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
До 3	0,004	0,006	0,010	0,014	0,025	0,04	0,060	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
Свыше 3 до 6	0,005	0,006	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
" 6 " 10	0,006	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
" 10 " 18	0,008	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,11	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
" 18 " 30	0,009	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
" 30 " 50	0,011	0,016	0,025	0,039	0,062	0,1	0,16	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6
" 50 " 80	0,013	0,019	0,030	0,046	0,074	0,12	0,19	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
" 80 " 120	0,015	0,022	0,035	0,054	0,087	0,14	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
" 120 " 180	0,018	0,025	0,040	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5
" 180 " 250	0,020	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
" 250 " 315	0,023	0,032	0,052	0,081	0,13	0,21	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
" 315 " 400	0,025	0,036	0,057	0,089	0,14	0,23	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
" 400 " 500	0,027	0,040	0,063	0,097	0,155	0,25	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0

$$V_i = \frac{\pi D_i^2}{4} L_i ,$$

где D_i – диаметр i -той ступени вала; L_i – длина i -той ступени вала.

Определим объем первой ступени вала.

Согласно чертежу (рис 1.1) $D_1 = 40$ мм, $L_1 = 30$ мм, тогда

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} \cdot 30 = 37699,1 \text{ мм}^3 = 37,7 \text{ см}^3 .$$

Объем второй ступени вала:

$D_2 = 64$ мм, $L_2 = 22$ мм, тогда

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 64^2}{4} \cdot 22 = 70773,8 \text{ мм}^3 = 70,8 \text{ см}^3 .$$

Объем третьей ступени вала:

$D_3 = 50$ мм, $L_3 = 42$ мм, тогда

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \cdot 42 = 82466,8 \text{ мм}^3 = 82,5 \text{ см}^3 .$$

Объем четвертой ступени вала:

$D_4 = 34$ мм, $L_4 = 36$ мм, тогда

$$V_4 = \frac{\pi \cdot 34^2}{4} \cdot 36 = 32685,1 \text{ мм}^3 = 32,7 \text{ см}^3 .$$

Массу вала (детали), состоящего из 4 элементов, можно определить по формуле (1.6), учитывая, что для стали $\rho = 7,85$ г/см³:

$$M_{\text{д}} = \frac{\rho \sum_{i=1}^4 V_i}{1000} = \frac{7,85 \cdot (37,7 + 70,8 + 82,5 + 32,7)}{1000} = \frac{7,85 \cdot 223,7}{1000} = 1,756 \text{ кг} .$$

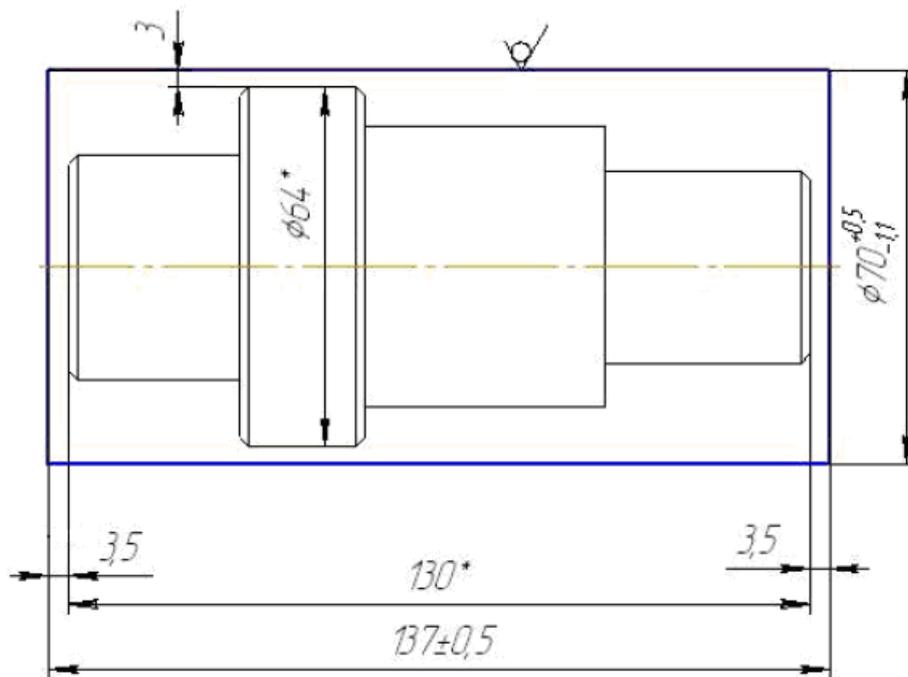


Рис. 1.2. Чертеж заготовки вала

Определим объем заготовки.

Согласно чертежу (рис 1.2) $D_3 = 70$ мм, $L_3 = 137$ мм, тогда

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} L_3 = \frac{\pi \cdot 70^2}{4} \cdot 137 = 527237,8 \text{ мм}^3 = 527,2 \text{ см}^3,$$

и масса заготовки:

$$M_3 = \frac{\rho V_3}{1000} = \frac{7,85 \cdot 527,2}{1000} = 4,139 \text{ кг}.$$

Коэффициент весовой точности:

$$K_{\text{вт}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} = \frac{1,756}{4,139} = 0,424$$

Для определения коэффициент использования металла необходимо определить норму расхода материала $M_{\text{н}}$ по формуле (1.3).

Технологические потери материала $M_{\text{ТПМ}}$ на стадии механической обработки определяются формулой (1.5), тогда

$$M_{\text{ТПМ}} = M_3 - M_{\text{д}} = 4,139 - 1,756 = 2,383 \text{ кг}.$$

Примем, что заготовительные отходы малы по сравнению с другими видами отходов, тогда $M_{\text{ЗО}} = 0$.

Припуск на отрезку заготовки от прутка, связанный с шириной режущего инструмента и неперпендикулярность реза, по Приложе-

нию 2 для ножовочной пилы составляет $B = 2,5$ мм. Тогда объем материала при отрезании заготовки составит

$$V_{\text{ПЗ}} = \frac{\pi D_3^2}{4} B = \frac{\pi \cdot 70^2}{4} \cdot 2,5 = 9621,1 \text{ мм}^3 = 9,62 \text{ см}^3 ,$$

и технологические потери материала, связанные с изготовлением заготовки, $M_{\text{ПЗ}}$:

$$M_{\text{ПЗ}} = \frac{\rho V_{\text{ПЗ}}}{1000} = \frac{7,85 \cdot 9,62}{1000} = 0,076 \text{ кг} .$$

Тогда норма расхода материала на единицу продукции по формуле (1.3):

$$M_{\text{Н}} = M_{\text{Д}} + M_{\text{ТО}} + M_{\text{ЗО}} = 1,756 + (0,076 + 2,383) + 0 = 4,215 \text{ кг} .$$

Определим коэффициент использования материала

$$\text{КИМ} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{Н}}} = \frac{1,756}{4,215} = 0,417 .$$

Порядок выполнения работы

1. По конструкторскому чертежу (рис. 1.3) и заданию (табл. 1.3) определить размеры заготовки и допускаемые отклонения на диаметр и длину заготовки.

2. Определить общие потери металла, массу заготовки, норму расхода металла, коэффициент весовой точности и КИМ.

3. Построить в КОМПАС-3D чертеж детали, выполненный в соответствии с вариантом задания.

4. Построить в КОМПАС-3D чертеж заготовки, выполненный по результатам расчетов.

Контрольные вопросы

1. Каким показателем наиболее полно оценивается экономичность выбранного метода получения заготовок?

2. Как определяется и что характеризует коэффициент весовой точности?

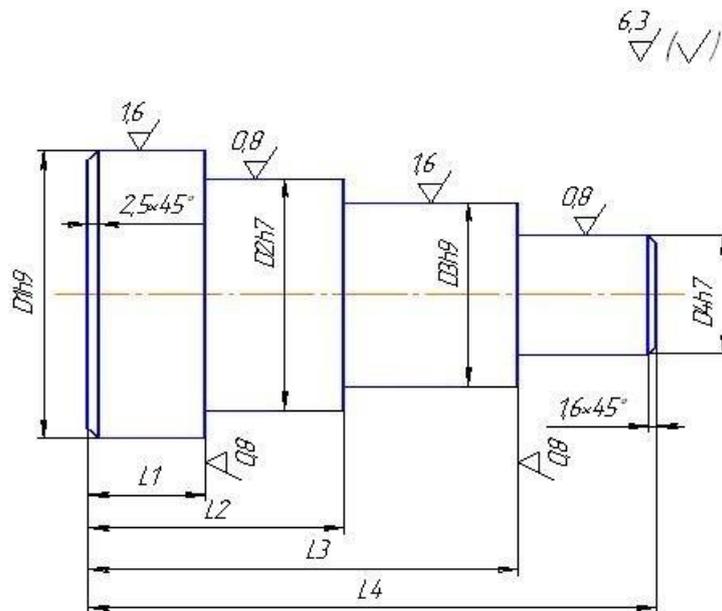
3. Как определяется норма расхода материала на деталь?

4. Из чего складывается масса технологического отхода?

5. Из чего складывается масса заготовительного отхода?

6. Из чего складывается масса заготовки?

7. Как определяется стоимость заготовок?



1. Центровые отверстия по форме С ГОСТ 14034-74.
2. Размеры канавок для выхода шлифовального круга условно не показаны.
3. $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

Рис. 1.3. Схема детали для самостоятельной работы

Таблица 1.3. Варианты заданий

№ варианта	Диаметры шеек вала, мм				Длины шеек, мм			
	$D1$	$D2$	$D3$	$D4$	$L1$	$L2$	$L3$	$L4$
1	20	15	10	8	30	50	65	85
2	22	16	12	8	20	40	50	60
3	25	20	18	15	40	50	75	90
4	30	20	16	8	15	28	35	45
5	60	56	50	46	70	140	200	250
6	50	46	42	32	50	100	150	180
7	70	65	60	55	70	150	200	250
8	80	75	70	64	100	180	250	300
9	90	85	80	75	130	200	220	280
10	100	95	90	85	60	100	140	175
11	120	115	110	100	50	75	150	180
12	105	100	90	80	35	65	165	200
13	110	105	100	85	35	60	140	175
14	115	110	100	85	40	65	120	150
15	140	130	115	105	45	75	150	190

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач.– Киев: Выща шк., 1991.– 247 с.
2. Орлов, П.И. Основы конструирования : Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1 / П.И. Орлов.– М.: Машиностроение, 1988.– 560 с.
3. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении / М.Г. Афонькин, М.В. Магницкая.– Л.: Машиностроение, 1987.– 256 с.
4. Дмитриев, В.А. Проектирование заготовок в машиностроении : учеб. пособие / В.А. Дмитриев.– Самара: СамГТУ, 2008.– 174 с.
5. Выбор и способы изготовления заготовок для деталей машиностроения : Учебник для высшей школы / Э.Р. Галимов, Е.П. Круглов, Н.Я. Галимова [и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт.– Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2016.– 265 с.

Выбор диаметра заготовки для деталей, изготавливаемых из
 круглого сортового проката по ГОСТ 2590-88.
 Размеры, мм

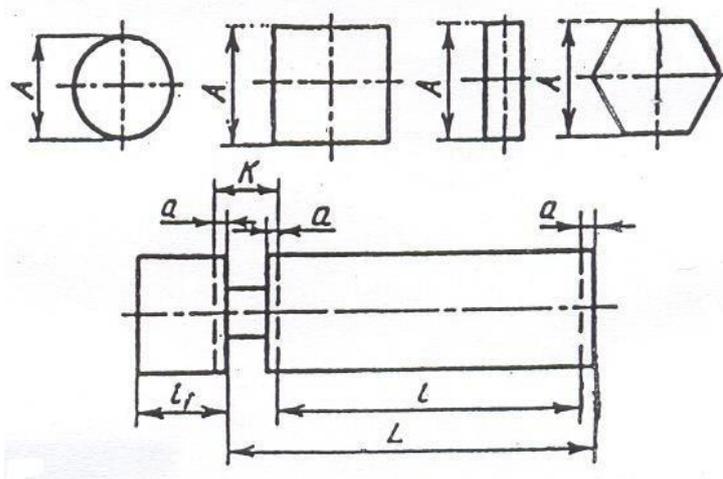
Номинальный диаметр детали	Диаметр заготовки D в зависимости от длины детали L								Номинальный диаметр детали	Диаметр заготовки D в зависимости от длины детали L							
	L/D<4		L/D<8		L/D<12		L/D<20			L/D<4		L/D<8		L/D<12		L/D<20	
	L	D	L	D	L	D	L	D		L	D	L	D	L	D	L	D
5	20	7	40	7	60	7	100	8	46	184	50	368	50	552	52	920	52
6	24	8	48	8	72	8	120	8	48	192	52	384	52	576	54	960	54
7	28	9	56	9	84	9	140	9	50	200	54	400	54	600	55	1000	55
8	32	10	64	10	96	10	160	11	52	208	55	416	55	624	56	1040	56
9	36	11	72	11	108	11	180	12	54	216	58	432	60	645	60	1080	62
10	40	12	80	12	120	13	200	13	55	220	60	440	60	660	62	1100	65
11	44	13	88	13	132	13	220	13	58	232	62	461	62	696	65	1160	68
12	48	14	96	14	144	15	240	15	60	240	65	480	65	720	68	1200	70
13	52	15	104	15	156	16	260	16	62	248	68	496	68	744	70	1240	72
14	56	16	112	16	168	17	280	17	65	260	70	520	70	780	72	1300	75
15	60	17	120	17	180	18	300	18	68	272	72	544	72	816	72	1360	78
16	64	18	128	18	192	18	320	19	70	280	75	560	75	840	78	1400	80
17	68	19	136	19	204	20	340	20	72	288	78	576	78	864	80	1440	85
18	72	20	144	20	216	21	360	21	75	300	80	600	80	900	80	1500	90
19	76	21	152	21	228	22	380	22	78	312	85	624	85	936	90	1560	90
20	80	22	160	22	240	23	400	24	80	320	85	640	90	960	95	1600	95
21	84	24	168	24	252	24	420	25	82	328	90	656	95	984	95	1640	95
23	92	26	184	26	276	26	460	27	85	340	90	680	95	1020	95	1700	100
24	96	27	192	27	288	27	480	28	88	352	95	704	100	1056	100	1760	105
25	100	28	200	28	300	28	500	30	90	360	95	720	100	1080	105	1800	105
26	104	30	208	30	312	30	520	30	92	368	100	736	100	1104	105	1840	110
27	108	30	216	30	324	32	540	32	95	380	100	760	105	1140	110	1900	110
28	112	32	224	32	336	32	560	32	98	392	105	784	110	1176	110	1960	115
30	120	33	240	33	360	34	600	34	100	400	105	800	110	1200	115	2000	115
32	128	35	256	35	384	36	640	36	105	420	110	840	115	1260	120	2100	120
34	132	38	264	38	396	38	680	38	110	440	115	880	120	1320	125	2200	125
35	140	38	280	38	420	39	700	39	115	460	120	920	125	1380	130	2300	130
36	144	39	288	40	432	40	720	40	120	480	125	960	130	1440	130	2400	135
38	152	42	304	42	456	42	760	43	125	500	130	1000	130	1500	135	2500	140
40	160	43	320	45	480	45	800	48	130	520	135	1040	140	1560	140	2600	150
42	168	45	336	45	504	48	840	48	135	540	140	1080	140	1620	150	2700	150
44	176	48	352	48	528	50	880	50	140	560	150	1120	150	1680	160	2800	160
45	180	48	360	48	540	50	900	50									

Примечания: 1. Диаметры заготовок определены с учетом черновой, получистой и чистовой обработки деталей типа тел вращения. В зависимости от конфи-

гурации деталей диаметры заготовок могут быть уточнены.

2. Диаметры заготовок для ступенчатых валов выбирают по *максимальному* диаметру ступени. В тех случаях, когда эту ступень не требуется обрабатывать с высокой точностью, диаметр заготовки может быть уменьшен.

Припуски по длине на резку пруткового и профильного материала



Сечение заготовки				Припуск, мм									Припуск на зажим в патроне, мм
Круглое, квадратное	Двутавровое	Швеллерное	Угловое	на резку без обработки торцов						на обработку торцов			
				Дисковая пила	Ножовочная пила	Станки токарные и револьверные	Отрезка абразивными кругами	Анодно-механическая резка	Длина до 1 м	Длина св. 1 до 5 м	Длина св. 5 м		
A	Номера профилей по стандарту			Диаметр диска	B					2a			l_1
До 10	–	–	–	–	–	2,0	2	2	1	2	4	5	30
Св. 10 до 20	–	–	2-5	275	4	2,5	2,5	2	1	4	5	7	40
Св. 20 до 30	–	5-8	5-8	275	4	2,5	3	3	1	6	7	9	40
Св. 30 до 80	10-12	8-10	8-12	275	4,5	2,5	5	–	2	7	8	10	60
Св. 80 до 150	12-16	10-14	12-15	510	6,5	3	6	–	2	8	10	12	70
Св. 150 до 200	16-20	14-18	15-20	660	7	3	8	–	–	9	10	12	80
Св. 200 до 260	20-24	18-22	–	810	7,5	–	10	–	–	10	12	14	80
Св. 260 до 300	24-28	22-24	–	910	9	–	12	–	–	10	12	14	90

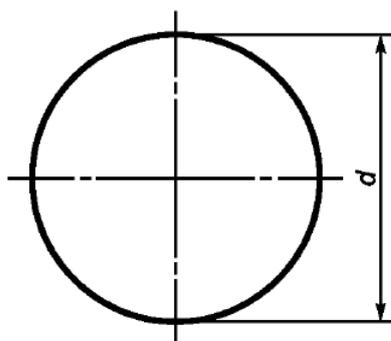
Примечания: 1. Припуски на отрезку учитывают ширину режущего инструмента и неперпендикулярность реза.

2. Длина отрезаемой заготовки для одной детали $L=l+K$, где $K=2a+B$; $a=(K-B)/2$.

3. Длина отрезаемой заготовки для нескольких деталей $L=c(l+K)-B$, где c – количество деталей в отрезаемой заготовке.

4. Для револьверных станков и автоматов длина отрезаемой заготовки для нескольких деталей $L=c(l+K)-B+l_1$, где l_1 – длина остатка прутка в зажимном патроне.

Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый
(ГОСТ 2590-88)



Диаметр d , мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг		
	А	Б	В				
8	+0,1			0,5027	0,395		
9	-0,2			0,6362	0,499		
10	+0,1 -0,3			+0,1 -0,5	+0,3 -0,5	0,7854	0,616
11						0,9503	0,746
12						1,131	0,888
13						1,327	1,04
14						1,539	1,21
15						1,767	1,39
16						2,011	1,58
17						2,270	1,78
18	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5	2,545	2,00		
19				2,835	2,23		
20				3,142	2,47		
21				3,464	2,72		
22				3,801	2,98		
23				4,155	3,26		
24	+0,1 -0,4	+0,2 -0,7	+0,3 -0,7	4,524	3,55		
25				4,909	3,85		
26				5,307	4,17		
27				5,726	4,50		
28	+0,1 -0,5	+0,2 -0,7	+0,4 -0,7	6,158	4,83		
29				6,605	5,18		
30				7,069	5,55		
31				7,548	5,92		
32				8,042	6,31		

Продолжение приложения 3

Диаметр d , мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
33				8,533	6,71
34				9,079	7,13
35				9,621	7,55
36				10,18	7,99
37				10,75	8,44
38				11,34	8,90
39	+0,1	+0,2	+0,4	11,95	9,38
40	-0,5	-0,7	-0,7	12,57	9,86
41				13,20	10,36
42				13,85	10,88
43				14,52	11,40
44				15,20	11,94
45				15,90	12,48
46				16,62	13,05
47				17,35	13,61
48				18,10	14,20
50				19,64	15,42
52				21,24	16,67
53	+0,1	+0,2	+0,4	22,06	17,32
54	-0,7	-1,0	-1,0	22,89	17,97
55				23,76	18,65
56				24,63	19,33
58				26,42	20,74
60				28,27	22,19
62				30,19	23,70
63				31,17	24,47
65				33,18	26,05
67	+0,1	+0,3	+0,5	35,26	27,68
68	-0,9	-1,1	-1,1	36,32	28,51
70				38,48	30,21
72				40,72	31,96
75				44,18	34,68
78				47,78	37,51
80				50,27	39,46
82				52,81	41,46
85				56,74	44,54
87	+0,3	+0,3	+0,5	59,42	46,64
90	-1,1	-1,3	-1,3	63,62	49,94
92				66,44	52,16

Окончание приложения 3

Диаметр d , мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
95	+0,3	+0,3	+0,5	70,88	55,64
97	-1,1	-1,3	-1,3	73,86	57,98
100	–	+0,4 -1,7	+0,6 -1,7	78,54	61,65
105				86,59	67,97
110				95,03	74,60
115				103,87	81,54
120				113,10	88,78
125	–	+0,6 -2,0	+0,8 -2,0	122,72	96,33
130				132,73	104,20
135				143,14	112,36
140				153,94	120,84
145				165,10	129,60
150				176,72	138,72
155				188,60	148,05

Примечания:

По точности прокат изготавливают:

А – высокой точности;

Б – повышенной точности;

В – обычной точности.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебно-практическое издание

Технико-экономическое обоснование конструкторской разработки. Расчет металлоемкости изделия : методические указания по выполнению лабораторно-практической работы / сост. А.Е. Курбатов, И.П. Петрюк. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 20 с. : ил. ; 20 см. — Текст непосредственный.

Методические указания издаются в авторской редакции

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 01/04/2021.
Заказ №165. Формат 60x84/16. Тираж 50 экз. Усл.
печ. л. 1,2. Бумага офсетная. Отпечатано 01/04/2021.
Цена 34,00 руб.

вид издания: Авторская редакция

(редакция от 24.03.2021 № 50)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в
академической типографии на цифровом дубликаторе.
Качество соответствует предоставленным оригиналам.

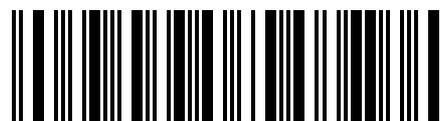
(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания 2021\165.pdf)



2021*165

Цена 34,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2021*165

(Электронная версия - I:\подразделения \рио\издания 2021\165.pdf)