

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Сайфуллин Р.Н., Исламов Л.Ф.

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельной работе
и выполнению домашнего задания

Уфа
Башкирский ГАУ
2019

УДК 631.3(07)
ББК 40.72я7
С 149

Рецензент:

д.т.н., профессор кафедры механики и инженерной графики ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ» Нафиков М.З.

Сайфуллин Р.Н., Исламов Л.Ф.

С 149 Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст]: учебное пособие к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению домашнего задания / Сайфуллин Р.Н., Исламов Л.Ф. Изд. 3-е, испр. и доп. – Уфа : Изд-во БашГАУ, 2019. – 212 с.

В учебном пособии представлены лабораторные и практические занятия, самостоятельные работы и домашнее задание, рассмотрены примеры выполнения домашнего задания. Приведена справочная информация для их выполнения, даны варианты заданий.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой изучения дисциплины «Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» для обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

УДК 631.3(07)
ББК 40.72Я7
С 149

© Сайфуллин Р.Н.,
Исламов Л.Ф., 2019
© Башкирский государственный
аграрный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1.1 Выбор рационального способа восстановления изношенных деталей ТиТТМО	4
1.2 Разработка технологического процесса изготовления деталей ТиТТМО	12

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

2.1 Дефектация и ремонт коленчатых валов автотракторных двигателей	29
2.2 Восстановление блоков цилиндров и гильз цилиндров двигателей	38
2.3 Ремонт деталей газораспределительного механизма двигателей..	45
2.4 Диагностика и ремонт стартеров и генераторов	55
2.5 Технология ремонта турбокомпрессоров	69
2.6 Технология ремонта гидрооборудования ТиТТМО	78
2.7 Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса	82
2.8 Восстановление деталей электроконтактной приваркой металлического слоя	90

3 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Технология изготовления деталей ТиТТМО. Блок цилиндров, коленчатый вал, поршень, шатун, вал коробки передач, зубчатые колеса. Изготовление рам и кузовных конструкций. Механизация и автоматизация технологических процессов	96
--	----

4 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТиТТМО	103
4.1 Теоретические сведения.....	103
4.2 Пример выполнения задания.....	131
4.3 Варианты заданий.....	164

1 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1

1.1 Выбор рационального способа восстановления изношенных деталей ТигТМО

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Сведения о дефектах восстанавливаемой детали (результаты анализа конструктивно-технических особенностей восстанавливаемой детали) и предполагаемой программе восстановления деталей.

1.2 Организационная форма восстановления деталей.

1.3 Характеристики способов восстановления (справочные материалы).

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Выбрать возможные способы восстановления детали по технологическому критерию.

2.2 Выбрать один или несколько способов восстановления детали по техническому критерию.

2.3 Обосновать рациональный способ восстановления детали по технико-экономическому критерию.

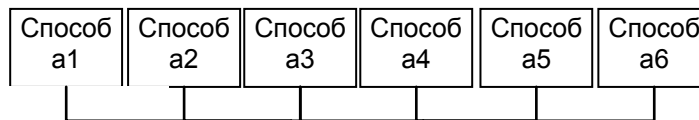
3 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Правильный выбор способов устранения дефектов должен обеспечивать максимальный ресурс детали после ремонта при наименьшей стоимости. Выбирая способы устранения дефектов детали следует учитывать: возможные изменения структуры основного материала; износостойкости; поверхностной твердости; снижение усталостной прочности; величину, характер и расположение дефектов ремонтируемых деталей; условия их работы; технико-экономическую целесообразность устранения дефектов принятыми способами.

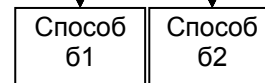
При выборе рационального способа восстановления последовательно руководствуются тремя критериями: применимости, долговечности и технико-экономическими. Предварительно по технологическому критерию выбирают 4...6 способов, которые можно применить с учетом сопоставления характеристик способов восстановления и особенностей детали (рисунок 1). Далее рассматриваются только отобранные способы, из них оставляют два способа по техническому критерию и окончательно выбирают рациональный способ из оставшихся двух способов по технико-экономическому критерию.

Выбор по:

а) технологическому критерию



б) техническому критерию ($K_d \rightarrow \max$)



в) технико-экономическому критерию ($K_{тэ} \rightarrow \min$)

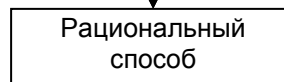


Рисунок 1 Последовательность выбора рационального способа восстановления

1) **Технологический критерий (применимости)** определяет принципиальную возможность применения различных способов восстановления по отношению к конкретным деталям. Предварительно необходимо определиться с классом деталей, в которую входит рассматриваемая деталь (таблица 1). Такой критерий учитывает, с одной стороны, особенности восстановления определенной поверхности конкретной детали и, с другой — технологические возможности соответствующих способов (таблица 2). Он не оценивается количественно и относится к категории качественных. Поэтому его используют интуитивно с учетом накопленного опыта применения тех или иных способов.

При этом должны быть учтены условия работы детали в узле (например, нельзя восстанавливать детали механизмов управления и детали, воспринимающие при работе большие удельные и динамические нагрузки: коленчатые валы дизельных двигателей, цапфы управляемых колес и т.д.-вибродуговой наплавкой). Учитывают износ детали, конструктивные особенности, габариты детали. Твердость материала, геометрические размеры, их допуски, точность геометрической формы, шероховатость поверхности должна соответствовать техническим требованиям на восстановление детали.

Так, автоматическая наплавка под флюсом сопровождается сильным разогревом деталей и их глубоким проплавлением. Ее рекомендуют при восстановлении крупногабаритных деталей с диаметром более 50 мм.

Для восстановления деталей малых размеров служит вибродуговая наплавка. Однако необходимо учитывать значительное снижение их усталостной прочности.

Малый разогрев деталей наблюдается при восстановлении деталей электрометаллизацией, а также в случае применения клеевых соединений. Но электрометаллизационные покрытия непригодны для деталей, испытывающих ударные нагрузки, а полимерные материалы характеризуются сравнительно невысокой теплопроводностью при значительном коэффициенте линейного расширения.

У покрытий, получаемых электролитическим хромированием, высокая износостойкость в абразивной среде, но их толщина ограничена (до 0,3 мм). Если последняя превышает указанное значение, хром будет отслаиваться вследствие значительных внутренних напряжений.

Благодаря анализу конструктивных особенностей и условий эксплуатации деталей, их износов, а также технологических возможностей известных способов ремонта можно выбрать необходимый из них. С помощью технологического критерия выявляют лишь перечень возможных для данной детали способов восстановления. Решение, принятое на его основе, следует считать предварительным.

2) **Технический критерий (долговечности).** Оценка способов восстановления ведется по коэффициенту долговечности, который выражает отношение долговечности восстанавливаемой детали к долговечности новой детали данного наименования. Значения коэффициентов долговечности для основных деталей приведены в таблице 3.

Из числа рекомендуемых способов восстановления выбирают те, которые обеспечивают последующий межремонтный ресурс восстановления деталей, т.е. удовлетворяют требуемому значению коэффициента долговечности 0,8-1,0.

3) **Технико-экономический критерий.** При соответствии требуемому значению коэффициента долговечности нескольких способов, выбирают способ восстановления, характеризующийся наиболее высоким значением коэффициента технико-экономической эффективности (таблица 4). Коэффициент технико-экономической эффективности $K_{ТЭ}$ связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефекта.

Следует иметь в виду, что при устранении сочетания дефектов детали, целесообразно устранять их одним способом, с целью сокращения маршрутов восстановления.

Характеристики способов восстановления деталей имеются в технической литературе, также можно использовать таблица 2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Техническое обслуживание и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Академия, 2013. – 426 с.

2 Надежность и ремонт машин /Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000. – 776с.

3 Канарчук В.Е. Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование. – М.: Транспорт, 2005. – 303 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 Групповая номенклатура деталей

Класс деталей	Наименование деталей
Класс 1. Корпусные детали	Блок цилиндров, картер сцепления, картер коробки передач, картер ведущего моста, картер главной передачи, головка цилиндров, крышка распределительных шестерен, блок компрессора, картер компрессора, головка компрессора, картер рулевого механизма, корпус масляного насоса, корпус водяного насоса, верхняя крышка коробки передач, корпус насоса гидроусилителя рулевого управления, корпус масляного фильтра, кронштейн педалей, кронштейн рессоры, кронштейн передней подвески, корпус вентилятора, крышка масляного насоса
Класс 2. Круглые стержни	Коленчатый вал, распределительный вал, шкворень, поворотный кулак, тормозной вал, карданный вал, вилка карданного вала, вал рулевой сошки, ведомый вал коробки передач, ось блока шестерен заднего хода, поршневой палец, крестовина кардана, крестовина дифференциала, полуось, кожух полуоси, клапан двигателя, вал насоса гидроусилителя рулевого управления
Класс 3. Полые цилиндры	Гильза цилиндра, ступица колеса, чашка дифференциала, картер подшипников ведущей шестерни главной передачи, крышка подшипника ведущего вала коробки передач, фланцы валов коробки передач и заднего моста, тормозной цилиндр, ступица ведомого диска сцепления, муфта подшипника выключения сцепления
Класс 4. Диски	Маховик, тормозной барабан, нажимной диск сцепления, ведомый диск сцепления, диск колеса
Класс 5. Некруглые стержни	Шатун, балка передней оси, лонжерон и поперечина рамы, вилка выключения сцепления, тормозная колодка, педали выключения сцепления и тормоза, впускной и выпускной трубопроводы, коромысло клапана, вилка переключения передач, рычаг переключения передач, рычаг нажимного диска сцепления

Таблица 2 Технические характеристики способов восстановления деталей

Показатели	РР*	ПД	О	КК	НСФ	НУГ	ДРД	РДН
Виды металлов и сплавов по отношению, к которым применим способ	Сталь, чугун	Сталь	Сталь, чугун	Все матер.	Сталь	Сталь	Все матер.	Все матер.
Применимость способа по отношению деталям, испытывающим знакопеременные нагрузки	применим	применим	применим	применим	применим	применим	применим	применим
Минимальный диаметр деталей класса "круглые стержни", мм	8	-	12	.4	35	10	6	10
Минимальный диаметр деталей класса "корпусные" и "полые цилиндры", мм	8	не огран.	40	8	-	-	12	40
Наименьшая толщина покрытия, мм	-	-	0,1	0,1	1,5	0,5	-	1,0
Наибольшая толщина покрытия, мм	-	-	3,0	3,0	5,0	3,5	-	6,0
Снижение усталостной прочности, %	0	0	25	0	15	15	0	30

* Примечание: условные обозначения способов восстановления деталей приведены в таблице 3.

Таблица 3 Коэффициенты долговечности

Класс деталей	Группа деталей	Дефект	Способ восстановления										
			РР	ПД	О	КК	НСФ	НУГ	ДРД	РДН	ВДН	АДН	РГН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Класс 1-й пусные детали	Блок цилиндров	Трещины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8
		Пробоины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8
		Изн. пост. корен. подш.	-	-	1,0	0,8	-	-	-	-	-	-	-
	Головка блока цилиндров	Трещины	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8
		Коррозия отв. руб. охл.	-	-	-	0,8	-	-	-	0,85	-	0,9	0,8
	Картеры КП и редукторов	Износ отв. под подшип.	-	-	-	0,75	-	-	0,9-1	0,8	-	-	0,7
	Картеры задних мостов	Трещины	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	0,7
Износ шеек кож. полуос.		-	-	-	-	0,9-1	-	-	0,8	-	-	0,7	
Класс 2 углые ержни	Коленчатые валы	Износ раб. поверхн.	0,95 -1	-	-	-	0,9	-	-	-	0,62	-	-
	Распределит, валы	Износ раб. поверхн.	0,95 -1	-	-	-	0,9	0,9	-	-	0,62	-	-
	Крестовины карданов	Износ раб. поверхн.	-	0,9	-	-	-	0,9	-	-	0,62	-	-
	Крестовины дифференц.	Износ раб. поверхн.	-	-	-	-	-	0,9	-	-	0,62	-	-
	Клапаны	Износ стерж. клапана	1,0	-	0,9-1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Толкатели	Износ стерж. толкателя	1,0	0,9	0,9-1	-	-	-	-	-	1,0	-	-

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
класс 2 круглые сержни	Поворотный кулак	Износ шеек под подшип.	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	
	Полуоси	Износ шлицов	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	
	Валы	Изн. шлицов	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-
		Износ шеек	-	-	0,9	-	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-
		Износ резьбы	-	-	-	-	-	0,9-1	-	-	-	0,85-1	-	-
Оси	Износ рабочих поверхн.	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-		
класс 3 болье цилиндры	Ступицы колес	Износ отв. под подшип.	-	-	-	0,75	-	-	0,9-1	-	0,98	-	-	
	Фланцы	Износ шеек	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	
	Чашки диффер.	Износ шеек	-	-	0,9	-	0,9	0,8	-	-	0,98	-	-	
класс 4 Диски	Тормозные барабаны	Износ рабоч. поверх.хност.	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
класс 5 круглые сержни	Шатун двигателя	Износ гнезд под вкладыш	0,9	-	0,9-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Балки передней осей	Износ отв. под шкворни	0,95-1	-	-	-	-	-	0,9-1	-	-	-	-	
	Рамы	Износ отв. пол заклепки	0,95-1	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	0,7	

Таблица 4 Коэффициенты технико-экономической эффективности способов восстановления деталей

Способ восстановления	Условные обозначения	Коэффициенты технико-экономической эффективности $K_{ТЭ}$
работка под ремонтный размер	РР	0,875
пластическое деформирование	ПД	0,845
шлифование	О	0,637
нанесение клеевых композиций	КК	0,455
плавка под слоем флюса	НСФ	0,436
плавка в среде углекислого газа	НУГ	0,403
плавка ДРД	ДРД	0,350
ручная дуговая наплавка	РДН	0,314
автоматическая дуговая наплавка	ВДН	0,256
полуавтоматическая дуговая наплавка	АДН	0,171
ручная газовая наплавка	РГН	0,134
химическое восстановление	Х	0,087

Практическое занятие № 2

1.2 Разработка технологического процесса изготовления деталей ТнТТМО

1 СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Чертеж детали (на формате А4)

1.2 Чертеж заготовки (на формате А4)

1.3 Анализ чертежа детали.

Описание геометрической формы детали и способа её получения на станках. Требования чертежа детали по точности размеров и шероховатости поверхностей, технологические возможности выполнения этих требований. Материал детали, его механические свойства и химический состав, обрабатываемость резанием и возможная термическая обработка. Составление предварительного технологического маршрута.

1.4 Выбор вида и расчет размеров заготовки.

Обоснование выбора способа получения заготовки и расчет её основных размеров.

1.5 Разработка маршрутной технологии

1.5.1 Выбор черновых и чистовых баз

1.5.2 Определение очередности обработки поверхностей

1.5.3 Расчет межоперационных размеров.

Расчет межоперационных размеров для основных поверхностей детали, составление расчетной схемы для размеров по длине (ширине) детали.

1.5.4 Разработка маршрутной карты.

Обоснование принятой последовательности выполнения операций, выбор станочного оборудования, станочных приспособлений, режущего инструмента, средств измерений и заполнение бланка маршрутной карты.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Работа студента над заданием начинается с изучения рабочего чертежа детали, анализа ее технологичности. Затем выбирается вид заготовки, рассчитываются ее размеры, и разрабатывается чертеж. Далее составляется маршрут обработки детали, отвечающий условиям единичного и мелкосерийного производства.

К окончательному оформлению работы студент (очногo обучения) приступает только после просмотра рабочей тетради преподавателем.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ЗАДАНИЯ

3.1 Анализ чертежа детали

Разработка технологического процесса начинается с ознакомления с чертежом и техническими условиями на деталь. Оценивается геометрическая форма детали и способы её получения на станках. Особое внимание следует обратить на размеры и их допускаемые отклонения, требования по классу шероховатости, твердость готовой детали и марку материала. При этом следует иметь в виду, что у некоторых размеров конструктор допуски на чертеже не проставляет. Это так называемые свободные размеры. Указания по назначению допусков на эти размеры приводятся в технических условиях чертежа. Если таких указаний нет, то допускаемые отклонения размеров берутся по 12-14 квалитетам точности.

Анализ размеров и технических условий позволит составить примерное представление о плане обработки детали.

Конструкция современных изделий должна сочетать высокие эксплуатационные характеристики с низкой себестоимостью изготовления. Деталь считается технологичной тогда, когда обеспечивается снятие минимального припуска на обработку. Это значит, что конструкция позволит выбрать заготовку, формы и размеры которой приближаются к формам и размерам готовой детали. Технологичная конструкция имеет минимальную трудоёмкость изготовления, не требует применения специального оборудования и инструментов.

Технологичность формы детали зависит от степени соответствия следующим требованиям: 1) простота форм поверхностей, (цилиндр, плоскость); 2) удобное для механической обработки расположение плоских поверхностей (параллельное или взаимно–перпендикулярное); 3) возможность получения заданных форм нормальным (ГОСТированным) инструментом; 4) доступность поверхностей для обработки и измерений; 5) обеспечение выхода инструмента при обработке на проход; 6) равномерное распределение массы во избежание возможных вибраций на высоких скоростях.

После оценки технологичности формы детали следует оценка по критерию обрабатываемости материала. Для этого необходимо определить по справочным данным химический состав металла и его механические свойства (в состоянии поставки). Плохо обрабатываются лезвийным инструментом металлы и сплавы с повышенной пластичностью и высокопрочные. Детали из низкоуглеродистых сталей (С до 0,3%) невозможно обработать с высокой частотой поверхности (только до 6-го класса). Более твёрдые материалы хорошо шлифуются, класс чистоты достигается выше. Лучшая обрабатываемость низкоуглеродистых сталей обеспечивается путём их нормализации, среднеуглеродистых и низколегированных – улучшением. Стали с высоким

содержанием углерода (У10, У12) хорошо обрабатываются после отжига на зернистый перлит.

Такая оценка обрабатываемости материала позволит внести предложения по выбору вида предварительной термообработки заготовки детали.

Технологичность детали во многом определяется и требованиями к точности исполнения размеров и форм, классами шероховатости поверхностей, твёрдостью детали после термообработки. Для обеспечения высокой степени точности размеров и качества поверхности потребуется предусмотреть в технологическом процессе отделочные виды обработки с применением специального оборудования и инструмента. Высокая твёрдость деталей из малоуглеродистых сталей может быть достигнута только в результате операции химико-термической обработки. Всё это усложняет и удорожает технологический процесс изготовления деталей.

На основании проделанного анализа чертежа детали составляется предварительный технологический маршрут.

Заканчивается данный раздел задания общим выводом о технологичности детали.

3.2 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

В машиностроении под заготовкой детали принято понимать полуфабрикат, поступающий на механическую обработку, в результате чего он превращается в годную для сборки готовую деталь.

Применяются следующие основные виды заготовок:

- а) отливки, получаемые литьём в песчаные или металлические формы, или заготовленные по выплавляемым моделям и другими способами формовки;
- б) поковки, получаемые свободной ковкой;
- в) поковки, получаемые горячей штамповкой или периодическим прокатом;
- г) заготовки, полученные высадкой из прутка;
- д) сортовой прокат (горячекатаный или калиброванный).

При выборе вида заготовки руководствуются следующими соображениями: обеспечить наименьший расход металла при изготовлении заготовок и при последующей их обработке на металлорежущих станках; обеспечить наименьшие затраты труда и средств на получение заготовок и на последующую их обработку на станках. Чем больше заготовки приближаются по форме и размерам к формам готовых деталей, чем меньше трудоёмкость механической обработки, тем механическая обработка проще и дешевле. Однако повышение точности изготовления заготовок связано с удорожанием процессов их получения. Только при больших программах выпуска окупается применение сложных машин и дорогостоящей оснастки заготовительных цехов. В условиях мелкосерийного и ремонтного производства предприятий Агропрома, как

правило, применяются грубые заготовки со значительными припусками на механическую обработку.

Большую роль в выборе вида заготовки играет материал детали. Заготовку детали из чугуна можно получить только литьём. А заготовку стальной детали можно получить и литьём, и ковкой. Но кованая заготовка будет дешевле и, следовательно, экономичнее. Стальное литьё целесообразно использовать только для изготовления деталей сложной формы.

Размеры заготовки определяются с учётом припусков на механическую обработку. Существуют два основных метода расчёта размеров заготовки.

- 1 – по общему припуску;
- 2 - по сумме операционных припусков.

Первый метод самый простой, но наименее точный. Размер заготовки “Азаг” определяется прибавлением (для внутренних поверхностей – вычитанием) к чертёжному размеру готовой детали “Адет” величины общего припуска “Z”.

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} \pm Z) \pm T \text{Азаг}$$

Размер заготовки на чертеже указывается с допускаемыми отклонениями $\pm T \text{Азаг}$.

Для отливок из серого чугуна величины припусков указаны в ГОСТ 1855–55; для стальных литых заготовок – в ГОСТ 2009–55; для поковок, получаемых свободной ковкой на прессах – в ГОСТ 1082–67; для поковок, получаемых свободной ковкой на молотах – в ГОСТ 7829–70; для поковок, получаемых штамповкой – в ГОСТ 2789–73. В этих же стандартах указаны величины допускаемых отклонений размеров заготовок.

Второй метод более точный. По этому методу размер заготовки определяется прибавлением (вычитанием) к размеру детали операционных припусков на соответствующую механическую обработку и «отрицательного» допуска на размер заготовки.

$$\text{Азаг} = \text{Адет} \pm Z_1 \pm Z_2 \pm Z_3 \pm [-T \text{Азаг}],$$

где Z_1 – припуск на окончательную обработку (шлифование, полирование, развёртывание и т.д.)

Z_2 – припуск на чистовую обработку (чистовое точение, фрезерование, зенкерование и т.д.)

Z_3 – припуск на черновую обработку (черновое точение, грубое фрезерование, рассверливание и т.д.)

$[T \text{Азаг}]$ – величина допускаемого отклонения размера заготовки «в тело» (допуск на заготовку).

Второй метод наиболее целесообразен при расчётах заготовок из стандартного проката.

При расчетах размеров заготовки по длине (ширине) детали учитываются припуски для каждого торца в отдельности с учетом обеспечения требуемой шероховатости и точности готовой детали.

$$\text{Взаг} = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + \text{ТВзаг},$$

После выбора способа получения заготовки и расчёта её основных размеров приступают к разработке чертежа.

Для этого на контуры детали (не принимая во внимание мелкие фаски, канавки, незначительные перепады диаметров и т.д.) «одевают» в условном масштабе требуемые припуски на обработку. Полученные контуры заготовки уточняют нанесением литейных или штамповочных уклонов и скруглений.

При расчётах заготовок из проката, например, для ступенчатого вала, расчёт размеров ведут только для наибольшего диаметра и по полученному размеру подбирают ближайший размер круглого проката по стандарту.

Чертёж заготовки оформляется на формате А4. Размеры указываются с допустимыми отклонениями. Под размером заготовки в квадратных скобках записывается номинальный размер готовой детали. Контуры готовой детали обозначаются тонкими линиями.

В технических условиях необходимо привести следующие данные:

- а) способ получения заготовки;
- б) вид её термообработки (если требуется);
- в) твёрдость (в состоянии поставки);
- г) вид очистки заготовки;
- д) величины уклонов и радиусов скруглений;
- е) допускаемые или не допускаемые дефекты.

3.3. Разработка маршрутной технологии

3.3.1 Общие рекомендации

Маршрутная технология показывает последовательность обработки детали, т.е. очередность проведения технологических операций. Содержание технологического процесса зависит от ряда факторов: 1) форм и размеров обрабатываемой заготовки, 2) требуемой точности и класса чистоты обрабатываемой поверхностей, 3) материала заготовки, 4) требуемых физико-механических свойств готовой детали, обуславливающих характер термической обработки, 5) программы выпуска деталей, 6) наличие станочного парка.

Так, грубые заготовки с большими припусками требуют включения в технологический процесс этапа черновых операций. При обработке высокоточных заготовок, например, литья по выплавляемым моделям, отпадает необходимость в ряде операций и технологический процесс значительно сокращается. Высокие требования точности и класса чистоты готовой детали обуславливаются увеличением числа чистовых и отделочных операций.

Когда требуется, в целях улучшения обрабатываемости, изменить механические свойства материала заготовки, до начала механической обработки проводят соответствующую термическую операцию – нормализацию или отжиг.

Термическая обработка, предназначенная для получения требуемых физико-механических свойств готовой детали, может проводиться в начале, в

середине или в конце технологического процесса. При этом надо учитывать, что термообработка может вызвать коробление детали, искажение её геометрических форм, нарушение точности и чистоты поверхности. Металлы с твёрдостью до НРС 30...35 можно обрабатывать лезвийным инструментом, более твёрдые – абразивным, на операциях шлифования и т.п. Поэтому наиболее часто термообработку планируют между операциями механической обработки, когда закончен этап лезвийного резания и далее должны проводиться операции с применением абразивного инструмента.

Если по техническим условиям твёрдость готовой детали невысокая, то термообработке целесообразно подвергать исходную заготовку или деталь после этапа черновой обработки.

Когда к детали не предъявляются высокие требования по шероховатости и точности, то термообработку можно проводить после окончания механической обработки, в конце технологического процесса.

Программы выпуска деталей, определяющие тип производства, накладывают свой отпечаток на характер проектируемого технологического процесса, начиная от выбора способа получения заготовки и заканчивая методами контроля готовой детали. Для крупносерийного и массового производства проектируются высокопроизводительные методы обработки – протягивание, обработка на станках – автоматах и автоматических линиях. В единичном производстве уровень производительности и выбор методов обработки ограничен технологическими возможностями наличного парка широкоуниверсальных металлорежущих станков.

В проектируемом технологическом процессе обработки крупных деталей должно быть предусмотрено раздельное выполнение черновых, чистовых и отделочных операций с использованием разных станков. Так, для черновых операций, связанных со снятием наибольших припусков на обработку, следует использовать станки, не отличающиеся высокой точностью и высокими скоростями, но имеющие достаточную жесткость и обеспечивающие хорошую производительность. Для чистовых операций используют высокоскоростные станки, обладающие повышенной точностью.

В тех случаях, когда способы получения заготовок обеспечивают небольшие и достаточно равномерные припуски, не вызывающие резкой разницы в черновой и чистовой обработке, а также при обработке мелких деталей, разделение на черновые и чистовые операции не обязательно.

3.3.2 Выбор черновых и чистовых баз

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании технологических процессов механической обработки, является выбор установочных баз – базовых поверхностей, по которым производится ориентирование, установка или крепление на станке детали. От точности базирования зависит успех обработки. Установочными базами могут быть

необработанные поверхности – черновые базы и обработанные поверхности–чистовые базы.

Базирующие поверхности должны быть по возможности ровными и чистыми, точной формы и размеров. Если у детали обрабатываются не все поверхности, то за черновую базу следует принимать поверхности, остающиеся необработанными. Если у детали обрабатываются все поверхности, то в качестве черновой базы следует принимать ту поверхность, которая имеет наименьший припуск.

Черновые базы используются только один раз – в первой операции. При первой же операции рекомендуется обработать поверхности, которые в последующих операциях будут использоваться как чистовые базы. В дальнейшем необходимо придерживаться принципа постоянства баз – для всех операций использовать одни и те же установочные базы.

При обработке деталей типа «вал» обычно за чистовую базу принимают центровочные отверстия. Для деталей типа «кольцо» (шестерни, шкивы, маховики) за чистовую базу принимают центральное отверстие.

3.3.3 Определение очередности обработки поверхностей

Базовые поверхности обрабатываются в первую очередь.

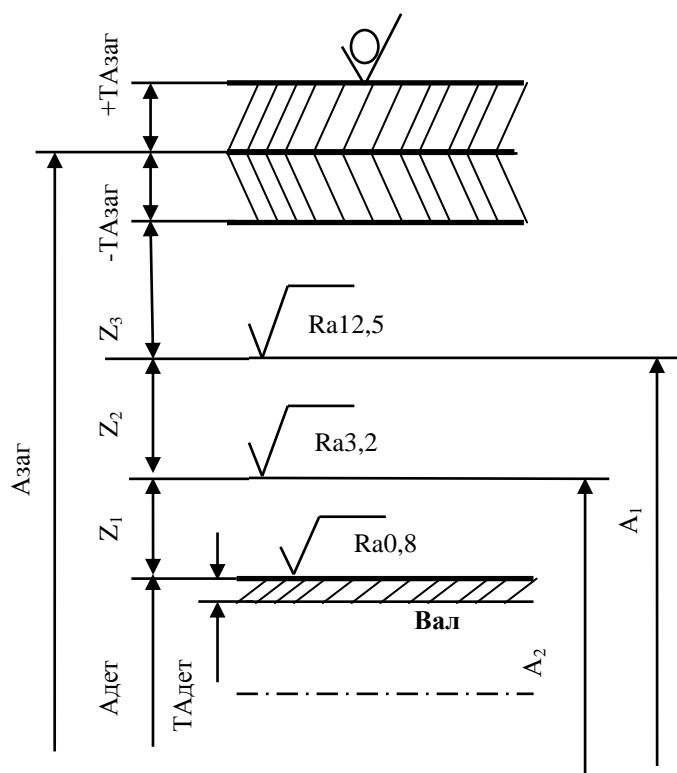
После обработки базовых поверхностей следует обработать поверхности, где снимается наибольший припуск. Желательно также раньше обрабатывать те поверхности деталей, где возможно выявление скрытого брака заготовки (раковины, расслоения и др.).

Последовательность остальных операций следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом формы, точности и чистоты обрабатываемой поверхности. Обычно токарная обработка поверхностей вращения предшествует фрезерованию пазов, лысок и канавок. Наиболее чистые и точные поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь. Это уменьшает возможность повреждения обработанных поверхностей.

Термическая обработка обычно проводится после завершения этапа лезвийного резания (точения, сверления, фрезерования и т.п.). Если твердость готовой детали невысокая, то термическую обработку рекомендуется проводить для исходной заготовки или после этапа черновой обработки. Отделочные операции располагают в конце цикла обработки.

3.3.4 Расчет межоперационных размеров

Межоперационные размеры рассчитывают для основных поверхностей и затем проставляют на операционных эскизах. Эти размеры показывают постепенное изменение размеров заготовки по всем этапам технологического процесса. Размеры рассчитываются в соответствии со схемами, представленными на рисунках 1,2,3 и 4.



$A_{дет}$ – размер готовой детали

$A_{заг}$ – размер заготовки

Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после черновой обработки

A_2 – размер после чистовой обработки

$TA_{дет}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm TA_{заг}$ – допуски на размер заготовки

Рисунок 1. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке вала

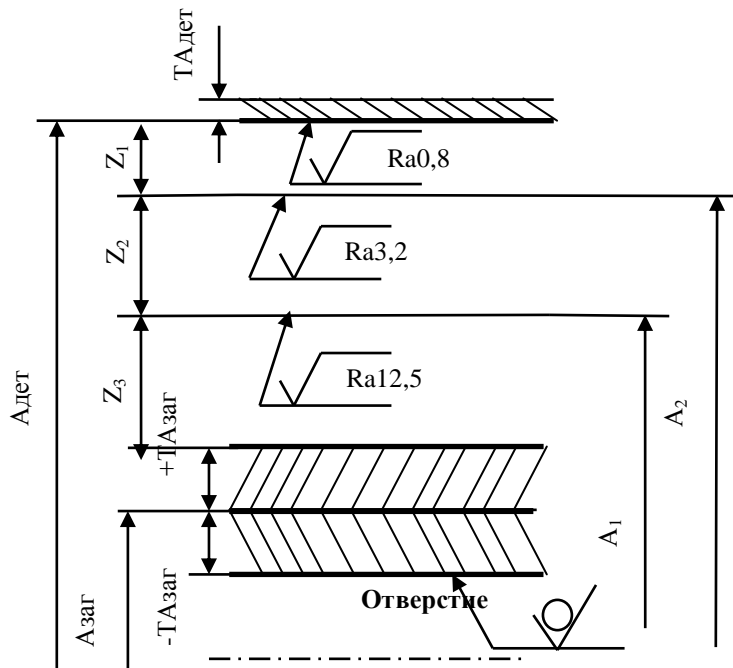
Размер вала после чистовой обработки перед окончательной « A_2 » вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1

$$A_2 = A_{дет\ max} + Z_1$$

Размер после черновой обработки перед чистовой « A_1 » вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1 и припуска на чистовую обработку Z_2 .

$$A_1 = A_{дет\ max} + Z_1 + Z_2$$

При расчетах межоперационных размеров отверстия припуски и допускаемые отклонения вычитаются от минимального размера готовой детали.



$A_{дет}$ – размер отверстия готовой детали

$A_{заг}$ – размер отверстия заготовки

Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после чернового растачивания

A_2 – размер после чистового растачивания

$TA_{дет}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm TA_{заг}$ – допуски на размер отверстия заготовки

Рисунок 2. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке отверстия

Размер отверстия после чернового растачивания:

$$A_1 = A_{дет} \min - Z_1 - Z_2$$

Размер отверстия после чистового растачивания:

$$A_2 = A_{дет} \min - Z_1$$

Межоперационные размеры по длине (ширине) детали рассчитываются с учетом последовательности обработки торцевых поверхностей (рисунки 3,4).

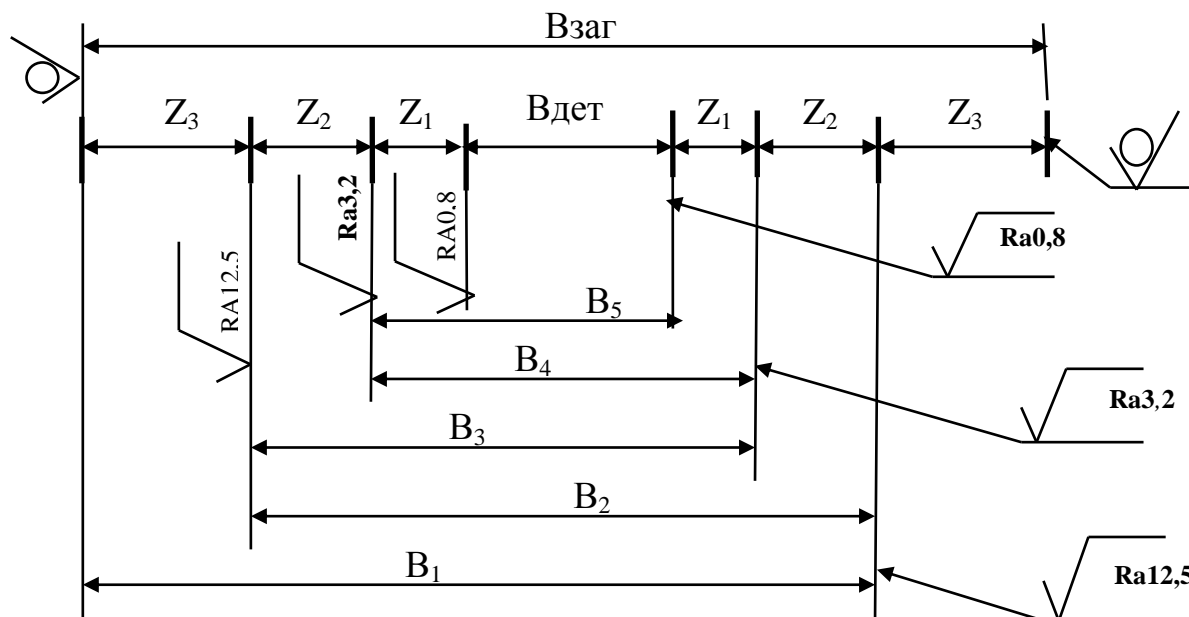


Рисунок 3. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей, при разделении черновых и чистовых операций.

$V_{дет}$	– размер готовой детали	Z_3	– припуск на черновую обработку
$V_{заг}$	– размер заготовки	B_1 B_2	– размеры после черновой обработки
Z_1	– припуск на окончательную обработку	B_3 B_4	– размеры после чистовой обработки
Z_2	– припуск на чистовую обработку	B_5	– размер после окончательной обработки одного торца

При обработке крупногабаритных заготовок с большими припусками рекомендуется черновую и чистовую обработку проводить отдельно, перезакрепляя заготовку.

Размер после черновой обработки одного торца (при первом закреплении):

$$B_1 = V_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки второго торца (при втором закреплении):

$$B_2 = V_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1 + Z_2$$

Размер после чистовой одного торца (при третьем закреплении):

$$B_3 = V_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца (при четвертом закреплении)

$$: B_4 = B_{дет} + Z_1 + Z_1$$

Размер после шлифования одного торца:

$$B_5 = B_{дет} + Z_1$$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{дет}$.

Если обрабатывается заготовка с небольшими припусками, то расчетная схема будет такая:

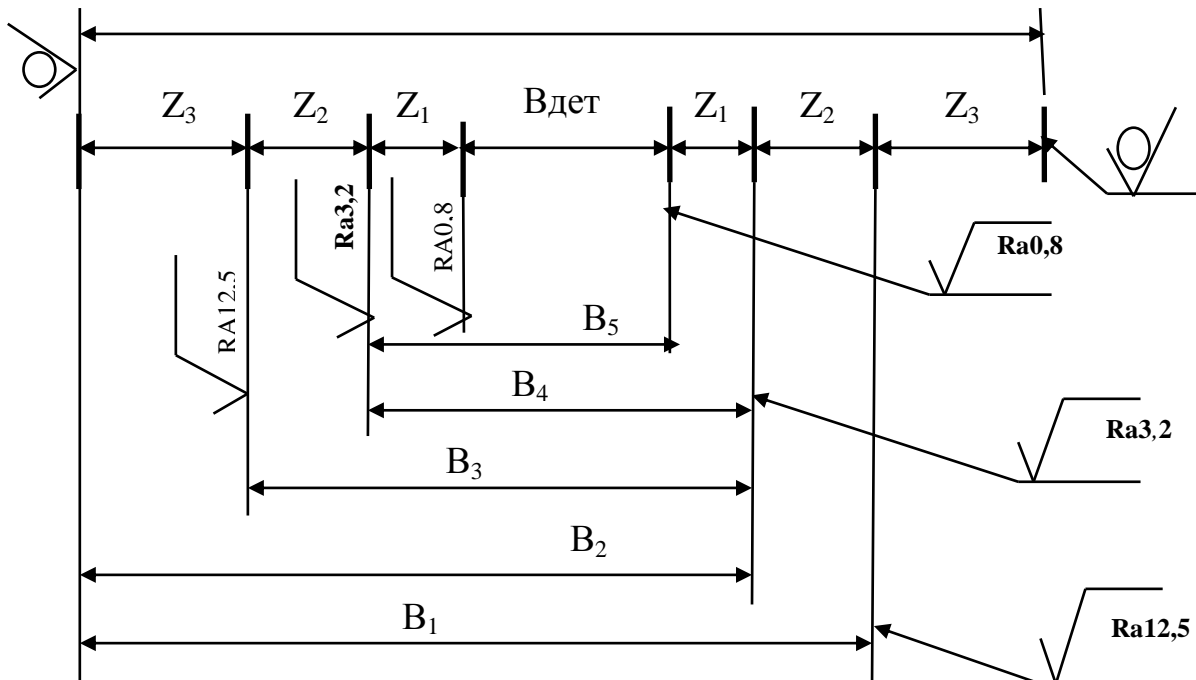


Рисунок 4. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей при выполнении черновых и чистовых проходов за одну установку.

$B_{дет}$	– размер готовой детали	Z_3	– припуск на черновую обработку
$B_{заг}$	– размер заготовки	B_1 B_3	– размеры после черновой обработки
Z_1	– припуск на окончательную обработку	B_2 B_4	– размеры после чистовой обработки
Z_2	– припуск на чистовую обработку	B_5	– размер после окончательной обработки одного торца

Размер после черновой обработки одного торца (первое закрепление):

$$B_1 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_2 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1$$

Размер после черновой обработки второго торца (второе закрепление):

$$B_3 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца: $B_4 = B_{\text{дет}} + Z_1 + Z_1$

Размер после шлифования одного торца: $B_5 = B_{\text{дет}} + Z_1$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{\text{дет}}$.

3.3.5 Разработка маршрутной карты

3.3.5.1 Правила оформления маршрутной карты

Маршрутная карта на единичные технологические процессы, выполняемые с применением различных методов обработки, заполняется на бланках форм 1 и 1б по ГОСТ 3.П18-82.

На примере, приведенном на рисунке В9, показано заполнение граф бланка маршрутной карты формы 1.

Исходные данные:

Название организации или **Башкирский ГАУ**
предприятия

Номер детали по чертежу или **22с-4**
каталогу

Название детали **Гайка**

Далее все строки пронумерованы по порядку с 01 по 16 на листе формы 1 (первый заглавный лист) и с 17 и т.д. на листах формы 1в (последующие листы).

Перед номером строки проставляются служебные символы:

Символ	Содержание	Пример
М	- в данной строке приводится информация об основном материале детали и исходной заготовке.	Круг В120 ГОСТ 2590-88/ 45 ГОСТ 1050-88
А	- «адрес», т.е. номер цеха, участка, рабочего места, номер	<i>Аудитория 137 Номер операции 005</i>

выполняемой операции и её *Название операции* **Отрезная**
название.

Б	- наименование оборудования	Механическая пила
О	- содержание операции	Отрезать заготовку L = 43_{-1,0}
Т	- информация о применении в данной технологической оснастки: приспособления, режущего инструмента, средств измерений	Тиски, пила 450x2,5, шаблон

Между операциями следует оставлять свободную строку.

3.3.5.2 Выбор станочного оборудования

При выборе типа и модели оборудования следует руководствоваться следующими соображениями.

а) выбранный станок должен обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий на обработку детали по данной операции;

б) размеры станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали. Так, например, для токарного станка необходимо сопоставить с габаритами заготовки межцентровое расстояние, диаметр отверстия шпинделя, высоту центров над станиной и поперечными салазками;

в) производительность и универсальность станка должны соответствовать типу производства: в единичном и мелкосерийном производстве предпочтение отдаётся широкоуниверсальным станкам, в крупносерийном и массовом – специализированным, имеющим высокую производительность .

3.3.5.3 Выбор станочных приспособлений

При подборе приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали следует, по возможности, использовать нормальные и стандартные приспособления: токарные самоцентрирующиеся патроны, машинные тиски, универсальные делительные головки, гладкие и вращающиеся центры и т.д. Выбор вида приспособления и его типоразмера обуславливается характером станочной обработки, конфигурацией и размерами деталей, местами расположения установочных баз и способов зажатия детали. Данные о приспособлении приводятся в справочниках.

В ряде случаев приходится планировать применение специальных приспособлений и вспомогательных инструментов. Так, для обработки деталей типа кольца и втулки используются гладкие, легкоконусные или разжимные цанговые оправки. В целях повышения производительности обработки на токарных станках устанавливают специальные державки, позволяющие вести обработку несколькими резцами одновременно.

3.3.5.4 Выбор режущих инструментов

При выборе режущего инструмента предпочтение также делается ГОСТированному и нормальному. Марка материала режущей части назначается в зависимости от материала детали и характера обработки (черновая, чистовая и т.д.). В целях обеспечения высокой производительности преимущественно используются металлокерамические твердые сплавы. Для обработки углеродистых конструкционных и легированных сталей применяются сплавы группы ТК, нержавеющей сталей, чугунов, бронзы и алюминиевых сплавов – группы ВК.

Быстрорежущие стали имеют меньшую теплостойкость и поэтому применяются на пониженных скоростях резания. Но они лучше затачиваются, легче восприимчивы к ударным нагрузкам. Из них изготавливают фасонные резцы, сверла, развертки и т.д.

3.3.5.5 Выбор средств измерений

Выбор средств измерений зависит требуемой точности выполняемых размеров. На токарных операциях используются штангенциркули и микрометры, на шлифовальных – микрометры.

Пример оформления маршрутной карты представлен на рисунках В9, В10 и В11.

ГОСТ 3.1118-82										Форма 1								
Дирл																		
Взам.																		
Подл.										Изм	Лист	№ док-им	Подпись	Дата				
Разраб.	Иванов Р.А.									22с-4								
Провер.	Базалов У.С.									БГАУ								
Нач. бюро	Сайфуллин Р.И.									Гайка								
Н. контр.	Варлаков И.А.																	
M01	Круг В120 ГОСТ 2590-88/45 ГОСТ 1050-89																	
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ								
								Прокат горячекатаный ф120										
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования																	
A03	137			005	Отрезная													
B04	Механическая пила																	
O05	Отрезать заготовку L=43. ¹⁰																	
T06	Тиски машинные; пила 450x2,5; шаблон																	
O7																		
A08	137			010	Токарная													
B09	ТВ 16К20																	
O10	Точить торцы начерно и начисто в размеры 39,3 и 36,6; точить поверхность ф110h9 начерно и начисто в размер ф 110,6;																	
11	сверлить и расточить отверстие в размер ф70; канавку ф87x5; отверстие под резьбу в размер ф 80,7; нарезать резьбу М85x4																	
T12	Патрон токарный 3-х кулачковый; сверла спиральные ф16, ф65; Резцы проходные, расточной канавочный, резьбонарезной.																	
13	Штангенциркуль ШЦ -1; шаблон резьбовой																	
14																		
A15	137			015	Фрезерная													
МК	Маршрутная карта																	

Рисунок В9 Маршрутная карта Лист первый

ГОСТ 3.1118-82										Формы 1б									
Дробь																			
Взаим.																			
Лист											Лист	№ Доким.							
											Лист	Дата							
										22г-4									
										Обозначение документа									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					КМ	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	ЕН	Тр.з.	Тшт.
Б					Код, наименование подразделения					СМ	Обозначение код				ОП	ЕВ	КИ	Н.даск.	
К/М					Наименование детали, сд. единицы или материала														
Б 16	ГФ 6Р82																		
О 17	Фрезеровать поочередно 8 пазов 6x6																		
Т 18	УДГ -250; фреза дисковая 100x6x32, штангенциркуль ШЦ-1																		
19																			
А 20	213				020 Слесарная														
Б 21	Верстак слесарный																		
О 22	Снять заусенцы и притупить острые кромки																		
Т 21	Тиски слесарные, напильники, наждачки																		
22																			
А 23	209				025 Термическая														
Б 24	Печь муфельная; ванна закалочная																		
О 25	Закалить и отпустить до НРС 28...32																		
Т 26	Клещи; Твердомер ТК-2																		
27																			
А 28	145				030 Кругло-шлифовальная														
Б 29	КШ 3512																		
МК					Маршрутная карта														

Рисунок В10 Маршрутная карта Лист второй

ГОСТ 31118-82												Формы 15				
Директ.																
Взвеш.																
Посл.													Изм.	№ Докум.	Подпись	Дата
												22-4				
												Обозначение документа				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции											
Б	Код наименования абразива				СМ	Лифт	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	То.з	Лит	Н. расх.
К/М	Наименование детали, её единицы или материала															
О 30	Шлифоваль ф 100h8															
Т 31	Оправка; хомут; Микронетр МК 100-125															
32																
А 33	137	035 Плоскошлифовальная														
Б 34	ПШ 37М															
О 35	Шлифоваль тарцы в размеры 36,3 и 36f9															
Т 36	Стал магнитный; микронетр МК 25-50															
37																
А 38	040 Контрольная															
Б 39	Стал контролера															
О 40	Проверить размеры, шероховатость, твердость															
Т 41	Штангенциркуль ШЦ-1; микронетр МК 25-50; эталоны шероховатости; твердомер ТК-2															
42																
43																
44																
45																
МК	Маршрутная карта															

Рисунок В11 Маршрутная карта Лист третий

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа № 1

2.1 Дефектация и ремонт коленчатых валов автотракторных двигателей

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить основные дефекты изношенных коленчатых валов автотракторных двигателей и ознакомиться с технологией их дефектации и ремонта.

1.2 Ознакомиться с технологией перешлифовки шеек коленчатых валов на ремонтные размеры.

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Произвести дефектацию коленчатого вала. Заполнить микрометражную карту (таблица 2) и установить ремонтные размеры для перешлифовки коренных и шатунных шеек.

2.2 Ознакомиться с конструкцией станка 3А423 для шлифовки шеек коленчатых валов и подготовить его к работе.

2.3 Прошлифовать шейки коленчатого вала на установленные ремонтные размеры. Проверить соответствие вала техническим условиям и заполнить таблицу 3.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

3.1 Плита поверочная 1000 x 750 мм, призмы 65 x 100 x 100 мм,

3.2 Станок 3А423 для шлифования шеек коленчатых валов.

3.3 Универсальная стойка с индикатором часового типа.

3.4 Штангенрейсмус, микрометры, радиусный щуп.

3.5 Альбомы, технических условий и указаний по дефектации деталей и сопряжений автотракторных двигателей.

4 ДЕФЕКТЫ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Рассмотрим основные дефекты коленчатого вала, причины их возникновения, методы ремонта и профилактические меры при эксплуатации.

Дефект 1. Сильный износ и задиры на поверхностях коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Поверхности шатунных и коренных шеек изнашиваются неравномерно, на них появляются конусность и овальность. Наибольший износ шатунных шеек наблюдается на участках поверхностей, обращенных в сторону оси вращения коленчатого вала.

Причины:

- Недостаточное давление в системе смазки.
- Недостаточный уровень масла в картере.
- Некачественное масло.
- Сильный перегрев, приводящий к разжижению масла.
- Попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла.
- Засорённый масляный фильтр.
- Работа двигателя на грязном масле.
- Грязевые отложения в полостях шатунных шеек.

Действия:

Восстановление коленчатого вала указанными ниже методами. Проверка посадочных мест под вкладыши коленчатого вала в блоке цилиндров и нижних головок шатунов, системы смазки и масляного насоса и при необходимости ремонт или замена масляного насоса. Прочистка, промывка и продувка масляных каналов блока цилиндров и коленчатого вала. Проверка системы охлаждения, при необходимости её ремонт. Проверка, при необходимости ремонт системы питания.

Дефект 2. Сильный износ торцевых поверхностей под упорные полукольца коленчатого вала.

Причины:

- Неисправность привода выключения сцепления.
- Стоянка на месте с работающим двигателем и с выжатым сцеплением.
- Движение с неполностью отпущенной педалью сцепления.

Действия:

Восстановление упорных фланцев в ремонтный размер с дальнейшей установкой утолщённых (ремонтного размера) полуколец. Проверка привода выключения сцепления и в случае неисправности его ремонт. Не держать без необходимости ногу на педали сцепления.

Дефект 3. Царапины на поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала

Причины:

- Большой пробег двигателя.
- Попадание посторонних частиц в моторное масло.

Действия:

Проверка исправности системы смазки. Применять моторное масло надлежащего качества и регулярно, в предписанные производителем сроки, менять моторное масло и фильтр. При наличии подобных повреждений коленчатый вал, как правило, ремонтируется шлифовкой шеек в следующий ремонтный размер.

Дефект 4. Прогиб коленчатого вала.

Обязательно проверять изгиб коленчатого вала. Особенно важна эта процедура для двигателей тяжёлых грузовиков и сельхозтехники. При необходимости произведите правку коленчатого вала.

Дефект 5. Трещины коленчатого вала.

Причины:

Причины перечислены ранее, в пункте 1. К появлению трещин в коленвале может также привести разрушение поршня и шатуна в результате гидроудара или попадания в цилиндр посторонних предметов.

Действия:

Коленчатый вал восстановлению не подлежит.

Примечание. Определить наличие трещин и их размеры можно визуально, с помощью небольшого молотка (при ударе молотком должен раздаваться чистый, а не дребезжащий звук) или магнитным (ультразвуковым) дефектоскопом.

Дефект 6. Выработка и царапины на поверхности под сальники коленчатого вала

Причины:

- Длительная работа двигателя.
- Попадание посторонних частиц в моторное масло.
- Неаккуратное обращение с коленчатым валом при замене сальников на двигателе.

Действия:

Восстановление электроконтактной приваркой. При наличии незначительных царапин возможна шлифовка поверхностей под сальники. При незначительной выработке возможна установка новых сальников с небольшим осевым смещением.

Дефект 7. Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под штифты и втулки.

Причины:

- Неправильная затяжка болтов, крепящих шкивы и маховики. Биение шкивов.
- Последствия аварии, при которой произошла деформация моторного отсека.

Действия:

Наплавка ручная дуговая с последующим фрезерованием, сверлением. При сборке мотора с таким коленвалом требуется особое внимание при совмещении меток на шкивах или шестернях ГРМ.

Дефект 8. Разрушение резьбы в крепёжных отверстиях.

Причины:

- Неправильная затяжка крепёжных болтов.

Действия:

Наплавка ручная дуговая с последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера. В исключительных случаях возможно нарезание резьбы большего диаметра.

5 МЕТОДЫ РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

1) Основной операцией ремонта коленчатых валов является шлифование коренных и шатунных шеек на ремонтные размеры. Обычно для коленчатых валов многих автотракторных двигателей принято 3...4 ремонтных размера шеек (с интервалом 0,25 ... 0,5 мм), на которые имеются соответствующего размера стандартные ремонтные вкладыши. Шейки коленчатых валов шлифуют на круглошлифовальных станках типа 3423 или 3420, оснащенных необходимым набором приспособлений. После шлифования шейки, с целью уменьшения шероховатости и повышения усталостной прочности подвергаются полированию или суперфинишированию.

2) Валы, изношенные более последнего ремонтного размера, восстанавливаются нанесением металла на изношенные поверхности наплавкой, напеканием порошков, приваркой ленты, напылением и другими методами.

3) Восстановление размеров шеек под распределительную шестерню и шкивы производится теми же методами с последующей обработкой на номинальный размер.

4) Изношенные стенки шпоночных канавок восстанавливают обработкой на увеличенный размер.

5) При износе отверстия во фланце коленчатого вала под болты крепления маховика их рассверливают на увеличенный ремонтный размер по кондуктору или совместно с маховиком и нарезают в отверстиях резьбу большего размера.

6) Изгиб валов дизельных двигателей величиной не более 0,2 мм, двигателей с искровым зажиганием грузовых автомобилей не более 0,1 мм и легковых автомобилей — 0,05 мм самоустраняется при перешлифовке шеек на ремонтный размер. При более высоких значениях изгиба производят правку коленчатого вала под прессом или наклепом щек при помощи пневматических молотков.

7) После восстановления коленчатые валы проверяют на наличие трещин с помощью магнитных или ультразвуковых дефектоскопов и подвергают динамической балансировке на специальных машинах (типа БМУ-4). Допускаемая величина дисбаланса для коленчатых валов тракторных двигателей 100 ... 160 гсм, двигателей грузовых автомобилей — 70 ... 120 гсм, легковых автомобилей — 10 ... 50 гсм. Неуравновешенность устраняют высверливанием отверстий в противовесах вала.

Необходимо помнить: после ремонта коленчатый вал должен быть тщательно промыт и продут сжатым воздухом для удаления загрязнений, абразивных частиц, стружки и следов СОЖ.

6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Дефектация коленчатого вала.

1.1 Установить коленчатый вал в призмах на поверочной плите.

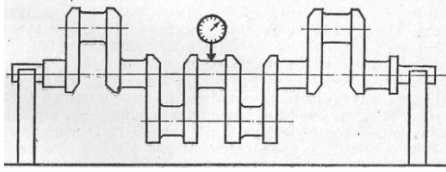


Рисунок 1 Измерение изгиба коленвала.

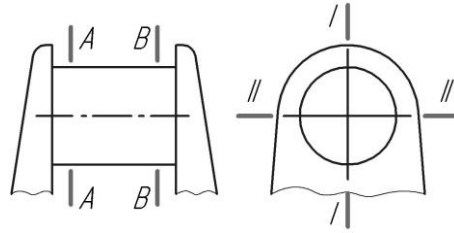


Рисунок 2 Схема замеров шеек коленвала.

1.2 Провести измерение диаметра шеек коленчатого вала, согласно схеме замеров (рисунок 2). Результаты занести в микрометражную карту (таблица 2).

1.3 Измерить радиус кривошипа вала (рисунок 3), его изгиб (рисунок 1), радиус галтелей и биение цилиндрических поверхностей. Результаты занести в таблицу 3.

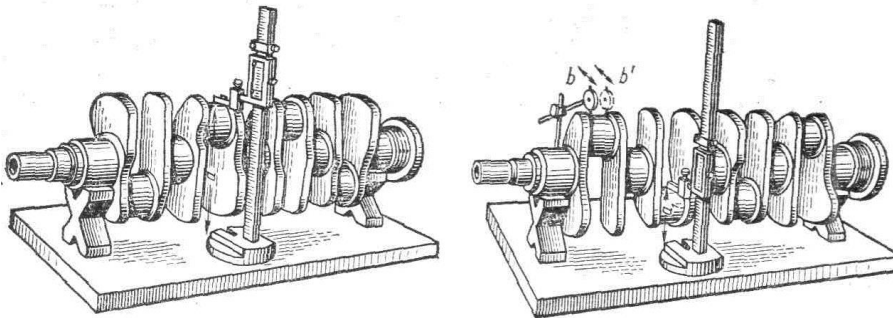


Рисунок 3 Измерение радиуса кривошипа

1.4 По результатам дефектации определить степень износа ремонтпригодность вала. Установить место максимального износа шеек и определить ремонтные размеры для перешлифовки коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

2 Подготовка станка к работе

2.1 Проверить состояние шлифовального круга и при необходимости произвести его правку. Правка производится по периферии, торцам и по радиусу закругления круга алмазным карандашом при помощи специального приспособления к станку 3А423. Алмазным карандашом при вращении круга и при обильной смазочно-охлаждающей жидкости производят сьем материала круга. При этом удаляются "засаленные" слои, обнажаются новые режущие зерна и круг приобретает необходимую форму. Радиус закругления проверяется профильными радиусными щупами на просвет. Подача алмаза при правке составляет 0,02 ... 0,05 мм на один двойной ход, а продольная подача 0,03 ... 0,10 мм на один оборот круга.

2.2 Произвести настройку станка, установить принятую частоту вращения круга и изделия, при шлифовании шатунных шеек установить центросместители на радиус кривошипа шлифуемого коленчатого вала, подобрать и закрепить в планшайбах противовесы.

3 Шлифование шеек коленчатого вала.

3.1 Установить коленчатый вал в патронах: фланцем в передней бабке и шейкой под шкив в задней бабке.

3.2 Установить индикаторное приспособление и проверить биение шлифуемой шейки вала, которое должно быть не более 0.05 мм без учета овальности шейки. При большем биении производят выверку (центровку) вала при помощи центросместителей (в вертикальной плоскости) и поворотом вала в патронах (в горизонтальной плоскости).

3.3 Включить станок и шлифовать шейку на необходимый размер.

Шлифование шеек коленчатых валов производится при следующих режимах: окружная скорость круга 25 ...30 м/с, частота вращения коленчатого вала при предварительном шлифовании - 28 ... 32 мин⁻¹ и подача по глубине 0,010 ... 0,015 мм/об. При чистовом шлифовании частота вращения вала 8... 15 мин⁻¹, подача 0,003 ...0,005 мм /об.

Для шлифования применяют специальные круги из электрокорунда или карбида кремния (Э, ЭВ, КЗ) зернистостью 40 ...50 на керамической связке (твердость С 1 С М2, средняя структура).

Во избежание появления прожогов и микротрещин на шлифуемую поверхность

обильно подается СОЖ обычно 3...4% раствор кальцинированной соды или эмульсия (10 г эмульсола на 1 л воды).

4 Проверка отремонтированного коленчатого вала на соответствие техническим условиям.

4.1 Установить отремонтированный коленчатый вал в призмах на поверочной плите.

4.2 Проверить все параметры вала в соответствии с техническими требованиями на выдачу коленчатых валов из ремонта (см. таблицу 4). Результаты измерений занести в таблицу 3.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ

Отчет о работе должен содержать следующие данные.

1. Название, цель лабораторной работы и применяемое оборудование.
2. Перечень и результаты выполненных измерений шатунных и коренных шеек (результаты дефектации заносят в таблицу 1 и 2).
3. Маршрутную карту ремонта коленчатого вала оформляют в виде таблицы 3.
4. Перечень и результаты выполненных измерений отремонтированного коленчатого вала (результаты измерений заносят в таблицу 2).

Таблица 1 Микрометражная карта замеров коленчатого вала
Марка двигателя _____

№	Показатели	Коренные шейки					Шатунные шейки				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	
1.	Действительные размеры шеек, мм: А) сечение А-А: -пл. I - I -пл. II-II										
	Б) сечение Б-Б: -пл. I - I -пл. II-II										
2.	Овальность, мм: А) сечение А-А										
	Б) сечение Б-Б										
3.	Конусность, мм: А) плоскость I - I										
	Б) плоскость II-II										
4.	Диаметр в месте максим. износа, мм										
5.	Принятый ремонтный размер, мм										

Таблица 2 Результаты дефектации и ремонта коленчатого вала

№	Показатели	По технич. условиям	До ремонта	После ремонта	Заключение
1	Диаметр шеек, мм: А) коренных				
	Б) шатунных				
2	Наибольшая овальность, мм				
3	Наибольшая конусность, мм				
4	Биение относительно крайних коренных шеек, мм: А) поверхности под шкив				
	Б) средней коренной шейки				
	В) поверхности под манжету				
	Г) поверхности фланца				
Д) торца фланца					
5	Изгиб вала, мм				
6	Радиус кривошипа, мм				
7	Радиус галтелей, мм				
8	Шероховатость поверхности шеек (R a), мкм				

Таблица 3 Последовательность операций по ремонту коленчатых валов

№ п/п	Наименование и содержание операции	Оборудование и приспособления	Режим обработки	Инструмент	Материал

Таблица 4 Технические требования на выдачу коленчатых валов автотракторных двигателей из ремонта

№	Наименование параметра	Марка двигателя			
		Д-50, Д-240	СМД-14, -18, -20, А-01, А-41	СМД-60, -62, -64	ЯМЗ-238
1	Твердость шеек (не менее)	45	45	45	52
2	Овальность, конусность (не более), мм	0,015	0,015	0,015	0,02
3	Биение относительно крайних коренных шеек (не более), мм: А) поверхности под зубчатое колесо Б) 2-й, 3-й, 4-й коренных шеек В) поверхности под манжету Г) поверхности фланца под маховик Д) торца фланца на крайних точках	0,03	0,03	0,03	0,03
4	Изгиб вала (не более), мм	0,05	0,05	0,05	0,05
5	Радиус кривошипа, мм	62,5+0,04	70±0,05	57±0,06	70±0,05
6	Радиус галтелей, мм	4	5-для СМД-14 6-для А-41	5	6
7	Шероховатость поверхности шеек (Ra), мкм	0,2	0,2	0,2	0,2

Таблица 5. Размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов легковых автомобилей

Марка автомобиля	ВАЗ - 01 - 07		ВАЗ -08 - 09	
	шатунные	коренные	шатунные	коренные
Н	47,83 _{-0,02}	50,79 _{-0,02}	47,85 _{-0,02}	50,82 _{-0,02}
P1	47,58	50,54	47,60	50,569
P2	47,33	50,29	47,35	50,319
P3	47,08	50,04	47,10	50,069
P4	46,83	49,79	46,85	49,819
R кривошипа, мм	ВАЗ 01, 011 — 33±0,06 ВАЗ 03, 06 — 40±0,06		35,5	

Марка автомобиля	М-412		ГАЗ -24 «Волга»	
	шатунные	коренные	шатунные	коренные
Н	52,012 _{-0,019}	60,0 _{-0,013}	58,0 _{-0,017}	64,0
P1	51,762	59,75	57,75	63,75
P2	51,512	59,50	57,50	63,50
P3	51,262	59,25	57,25	63,25
P4	50,012	59,00	57,00	63,00
P5	50,762	58,75	56,75	62,75
P6		58,50	56,05	62,05
R кривошипа, мм	35,9±0,05		64,0	

Лабораторная работа № 2

2.2 Восстановление блоков цилиндров и гильз цилиндров двигателей

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить дефекты гильз цилиндров и ознакомиться с технологией их дефектации.

1.2 Ознакомиться с технологическими процессами восстановления гильз цилиндров.

1.3 Изучить оборудование, приспособления и инструмент, применяемые при расточке и хонинговании гильз цилиндров.

1.4 Освоить выполнение основных ремонтных и контрольных операций.

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места и плакатами.

2.2 Провести дефектацию изношенных гильз цилиндров, подлежащих восстановлению, и назначить соответствующие ремонтные размеры.

2.3 Выполнить операцию по расточке и хонингованию гильз цилиндров на принятые ремонтные размеры.

2.4 Проверить размеры восстановленных гильз цилиндров.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

3.1 Станок вертикально - расточный 2А78, расточные резцы, приспособление для центрирования, станочные прижимы, приспособление для закрепления гильз цилиндров на станке, приспособление для установки вылета резца.

3.2 Станок хонинговальный 3Б833, хонинговальные головки, алмазные бруски.

3.3 Гильзы (блоки цилиндров) с изношенными отверстиями, нутромеры индикаторные 50...100 мм и 100...160 мм, микромеры 50...75, 75...100, 100...125 и 125...150 мм, комплект слесарных инструментов, эталоны шероховатости.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Станины станков должны быть надежно заземлены.

4.2 Перед началом работы студент должен изучить конструкцию станков и приспособлений, назначения рукояток управления.

4.3 Включение и работа на станках разрешается только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4.4 При работе на станках запрещается:

- касаться электропроводки и корпусов работающих электродвигателей;
- охлаждать металлорежущий инструмент мокрыми тряпками или ветошью;
- измерять размеры детали при работе станка;
- облакачиваться на станки;
- оставлять инструменты или другие предметы на станке.

5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гильзы цилиндров изнашиваются, в основном, в зоне перемещения поршневых колец («зеркала гильзы»). Максимальная величина износа приходится на участок расположения верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней «мертвой» точке (ВМТ). Рабочая поверхность цилиндра в поперечном сечении приобретает форму овала с большой осью в плоскости качения шатуна, а по высоте – форму конуса, обращенного вершиной вниз.

При не больших износах гильзы восстанавливают путем их растачивания на увеличенный ремонтный размер с последующим хонингованием. С этой целью для гильз цилиндров тракторных двигателей установлен обычно один ремонтный размер (увеличенный на 0,7 мм). Для цилиндров автомобильных двигателей принято большее число ремонтных размеров с интервалом 0,2...0,5 мм. Машиностроительными заводами выпускаются ремонтные поршни и кольца, соответствующие принятым ремонтным размерам гильз.

Гильзы цилиндров, изношенные более последнего ремонтного размера, восстанавливают: гильзованием (запрессовка в цилиндр специальной тонкостенной гильзы); пластинированием (запрессовка свернутой в кольцо стальной ленты); осталиванием, термоциклированием (термопластическим обжатием); индукционной центробежной наплавкой и другими методами. Восстановленные гильзы цилиндров растачивают под номинальный размер и хонингуют.

6 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 Дефектация и определение ремонтного размера для расточки гильз цилиндров

Ремонтный размер для расточки гильз цилиндров в блоке определяется в следующей последовательности:

1) Проводиться микрометражное измерение внутреннего диаметра гильз цилиндров. Диаметр каждой гильзы измеряется в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях (А и В) и четырех сечениях. Первое сечение принимается по верхней кромке цилиндра, второе – в месте максимального

износа (для тракторных гильз на расстоянии 20...25 мм от верхней кромки, автомобильных – 5...10 мм). Данные замеров заносятся в микрометричную карту (таблица 7.1).

2) По данным измерений находится место максимального износа ($D_{\text{макс.}}$), по которому определяется расчетный размер для расточки ($D_{\text{расч.}}$):

$$D_{\text{расч.}} = D_{\text{макс.}} + z_1 + z_2, \text{ мм},$$

где $D_{\text{макс.}}$ – диаметр гильзы в месте максимального износа, мм;

z_1 и z_2 – припуски (на диаметр) соответственно на расточку и хонингование, мм.

Для чугунных гильз рекомендуется принимать $z_1 = 0,05...0,10$ мм, $z_2 = 0,02...0,08$ мм.

3) Из альбомов технических требований на капитальный ремонт двигателя принимается стандартный ремонтный размер ($D_{\text{рем}}$) для расточки гильз цилиндров по условию

$$D_{\text{рем}} \geq D_{\text{расч.}}$$

6.2 Растачивание гильз цилиндров

1) Растачиваемая гильза (блок гильз цилиндров) устанавливается и крепится на столе вертикально – расточного станка.

2) При помощи специального индикаторного приспособления с точностью $\pm 0,03$ мм производится центровка гильзы относительно резцовой головки по ее верхней (не изношенной) части.

3) Определяется необходимый вылет резца, мм:

$$L = (D_{\text{рем}} - d_{\text{шп}} - z_2)/2,$$

где $d_{\text{шп}}$ – диаметр шпинделя резцовой головки станка, мм.

4) При помощи микрометрического приспособления устанавливается рассчитанный вылет резца.

5) По справочным таблицам в зависимости от материала гильз и типа резца подбираются режимы растачивания – скорость резания и подача. Определяется частота вращения резцовой головки (n) в мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{\text{рем}}},$$

где V_p – принятая скорость резания, м/мин.

6) Режимы резания корректируются по паспортным данным станка: станок настраивается на ближайшие значения расчетного числа оборотов шпинделя и подачи.

7) Проводится пробное растачивание гильзы на длине 8-10 мм и проверяется полученный размер. При необходимости корректируется вылет резца и в полуавтоматическом режиме гильза цилиндров растачивается по всей длине.

8) После растачивания проводится микрометраж гильзы (таблица 7.2) и оценивается соответствие результатов расточки техническим условиям.

6.3 Хонингование гильз цилиндров

1) Гильза (блок цилиндров) устанавливается и крепится на столе хонинговального станка.

2) В зависимости от диаметра отверстия и материала гильзы подбираются необходимые параметры хонинговальных брусков для черной и чистовой обработки (см. приложение 1).

3) Устанавливается ход хонинговальной головки с таким расчетом, чтобы выход брусков за пределы обрабатываемого отверстия в верхнем и нижнем положениях был не более $1/3$ длины бруска во избежание образования корсетной формы гильзы и не менее $1/4$ длины во избежание бочкообразности.

4) По справочным таблицам выбираются окружная и возвратно-поступательная скорости хонинговальной головки, и станок настраивается на их ближайшие значения (приложение 1).

5) Сначала проводится черновая обработка:

- на шпиндель устанавливается хонголовка вручную, вводится в обрабатываемую гильзу;

- нажатием кнопки «Подача пуск» и «Шпиндель пуск» включается возвратно-поступательное и окружное движение хонинговальной головки;

- открытием пневмокрana осуществляется разжатие брусков, и производится черновое хонингование гильзы цилиндра до снятия $0,7...0,8$ общего припуска;

- для промера гильзы или при окончании обработки выключаются разжим брусков, вращение хонинговальной головки и нажатием кнопки «Выход хоны» хонголовка выводится из гильзы.

6) После черновой обработки на шпиндель устанавливается чистовая хонголовка, изменяются скорости возвратно-поступательного и окружного движения, и производится чистовое хонингование гильзы цилиндров до получения необходимого размера.

7) Оценивается качество обработки гильз цилиндров путем контрольного измерения полученных размеров и сравнения поверхности с эталонами шероховатости.

Примечание: В процессе хонингования необходимо следить за нагрузкой станка, которая контролируется указателем нагрузки (амперметром), установленным на пульте управления. Если показание амперметра превышает 5А, следует уменьшить усилие прижима брусков.

6 ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Таблица 6.1 Микрометражная карта дефектации гильз цилиндров двигателя.....

№ цилиндра	Сечение I		Сечение II		Сечение III		Сечение IV		Максимальная овальность, мм	Максимальная конусность, мм
	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B		
1										
...										

Таблица 7.2 Данные по растачиванию гильз цилиндров.....

Показатели		Значения, обозначения
1.	Материал гильз	
2.	Марка резца	
3.	Принятый ремонтный размер (Дрем), мм	
4.	Припуск на расточку (а), мм	
5.	Вылет резца (L), мм	
6.	Скорость резания (V _p), м/мин	
7.	Частота вращения резцовой головки (n), мин-1: - расчетная - принятая по станку	
8.	Подача, мм/об: - табличная - принятая по станку	
9.	Диаметр гильзы после расточки, мм: сеч. I сеч. II сеч. III сеч. IV - наибольшая овальность - наибольшая конусность	

Таблица 7.3 Данные по хонингованию гильз цилиндров

Показатели	Черновое хонингование	Чистовое хонингование
1. Припуск, мм 2. Марка брусков (по ГОСТ) 3. Усилие прижима брусков, кГ/см ² 4. Скорость хонинговальной головки, м/мин: - окружная - возвратно-поступательная 5. Время обработки, мин. 6. Диаметр гильзы после хонингования мм: сеч. I сеч. II сеч. III сеч. IV - наибольшая овальность, мм - наибольшая конусность, мм		

Выводы:

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надежность и ремонт машин./ Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000.
2. Технологические карты на восстановление деталей двигателей. – М.: Ремдеталь, 1982.
3. Унифицированный технологический процесс восстановления гильз цилиндров. – М.: ГОСНИТИ, 1982.

Приложение 1

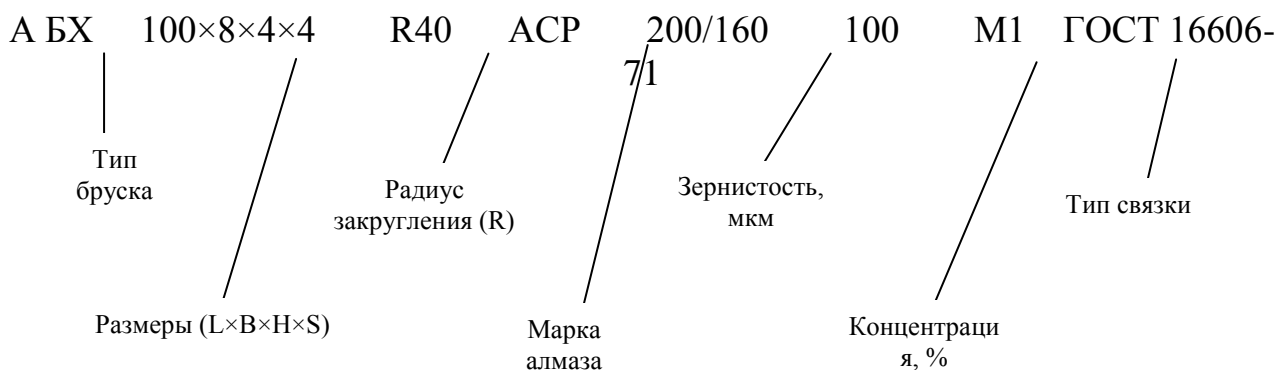


Рисунок 1 Пример обозначения алмазных хонинговальных брусков

Таблица 1 Типы хонинговальных брусков

Тип бруска	Обозначение типа бруска по ГОСТ 2456-67
Квадратный	БКВ
Плоский	БП
Плоский для хонингования (специальный)	БХ

Примечание: В начале обозначения алмазных брусков добавляется буква А.

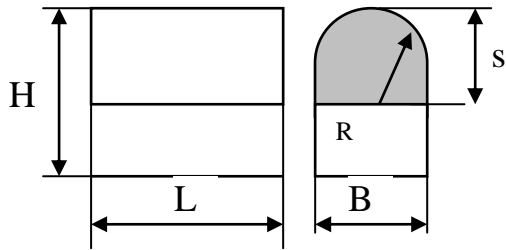


Рисунок 2 Форма хонинговальных алмазных брусков

Примечание: Радиус закругления рабочей поверхности бруска (R) берется равным 0,8...0,9 от радиуса отверстия обрабатываемой детали.

Таблица 2 Алмазный инструмент для хонингования.

Марка алмаза и алмазного микропорошка	Обрабатываемый материал					
	Серый чугун	Закален. (HRC > 40)	Термоулучш. (HRC 30...40)	Закален. HRC 59...61	Цементир. и закаленная HRC 56...63	Азотированная HRC 62..65
А	-	•	-	-	-	-
АСО	0	-	-	-	-	-
АСР	•	-	0	-	-	-
АСВ	-	0	•	0	0	•
АМ, АСМ	0	•	0	•	•	•

Примечание: • - рекомендуется применять, 0 – можно применять.

Таблица 3 Зернистость алмазного инструмента для хонингования.

Вид обработки	Класс шероховатости	Зернистость брусков для обработки	
		чугуна, стали	алюминиевых сплавов
Предварительная Получистовая Чистовая	Ra = 0,25...2,5 мкм Ra = 0,32...0,62 мкм Ra = 0,16...0,32 мкм	315/250- 200/160 160/125-63/50 M28/20-M20/14	- 125/100-80/63 M40/28-M14/10

Таблица 5 Твердость абразивных брусков для хонингования

Обрабатываемый материал	Припуск, мм	Твердость брусков при зернистости		
		120...80	60...40	M40...M14
Чугун	0,05...0,5	C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2,	CM2, C1, C2, CT1, CT2,	CM1, CM2, C1, C2, CT1,
	0,01...0,1	CT2, CT3, T1, T2, BT1, BT2	CT3, CT2, T1, T2	CT2, C1, C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2
Сталь	0,05...0,5	CM2, C1, C2, CT1, CT2	M3, CM1, CM2, C1, C2, CT1, CT2	CM2, C1
	0,01...0,1	C2, CT1, CT2, CT3, T1, T2	CT2, CT3, T1	CM2, C1, C2, CT1, CT2, CT3
Алюминиевые сплавы	0,02...0,08	M3, CM1, CM2	M3, CM1, CM2	M3, CM1, CM2

Таблица 4 Концентрация алмазов алмазоносном слое хонинговальных брусков.

Вид обработки	Чугун серый и закаленный	Сталь термоулучшенная (HRC30...40) закаленная (HRC46...52)	Сталь закал. (HRC58...61) цементир. и азотирован. (HRC62...65)	Алюминиевые сплавы
Предварительная	50	100	150	100
Чистовая	100	150	200	50, 100

Примечание: Условно за 100%-ную концентрацию принято содержание в 1 мм³ алмазоносного слоя 0,878 мг алмазов.

Приложение 2

Технические требования на выдачу гильз цилиндров из ремонта

1. Овальность и конусность поверхностей поясков не более 0,04 мм.
2. Шероховатость поверхности зеркала должна соответствовать $Ra=0,32$ мкм ($\Delta 9$).
3. Допускается уменьшение нижнего предельного значения диаметра нижнего пояска на 0,02 мм.
4. Овальность и конусность поверхности зеркала гильз допускается не более 0,02 мм. На длине 32 мм от нижнего торца овальность и конусность зеркала допускается до 0,03 мм.
5. На участках 15 мм от верхнего и 9 мм от нижнего торцов поверхности зеркала гильзы допускаются:
 - овальность, отклонение размера не более 0,05 мм в результате зачистки следов выхода инструмента с плавным переходом на размер поверхности зеркала гильзы;
 - увеличение шероховатости до $Ra=1,25$ мкм ($\Delta 7$).
6. Гильза цилиндров не должна иметь раковин, трещин, пористости и посторонних включений, кроме следующих случаев:
 - на поверхностях верхнего и нижнего торцов допускаются газовые раковины в количестве не более двух штук размером не более 1 мм на расстоянии не менее 2 мм от фасок;
 - на участках, 5 мм от верхнего и 65 мм от нижнего торцов, допускаются не более трёх газовых раковин размером не более 2 мм и глубиной до 1 мм. Расстояние между рядом расположенными раковинами не менее 30 мм.
7. На поверхности зеркала гильзы царапины и задиры не допускаются
8. На поверхности нижнего торца гильзы забоины не допускаются.
9. На поверхности верхнего торца гильзы допускается спиральная риска шириной не более 0,2 мм и глубиной не более 0,1 мм как результат выхода инструмента.

Лабораторная работа № 3

2.3 Ремонт деталей газораспределительного механизма двигателей

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить характерные дефекты деталей газораспределительного механизма (ГРМ).

2. Ознакомиться технологией, оборудованием, приспособлениями и инструментом, применяемыми при дефектации, восстановлении и проверке качества ремонта деталей ГРМ.

2 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Плита поверочная 1000х650 мм; призмы 65х100х100 мм; станок Р-108 для шлифования фасок клапанов; набор фрез для ремонта седел клапанов; станок ОПР-1841Н для притирки клапанов; прибор для проверки биения стержня и фаски клапанов; универсальные измерительные и слесарные инструменты.

3 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Станины станков должны быть надежно заземлены.

2. Перед началом работы студент должен изучить конструкцию станков и приспособлений, назначения рукояток управления.

3. Включение и работа на станке разрешается только в присутствии учебного мастера или преподавателя.

4. При работе на станках запрещается:

- касаться корпусов работающих электродвигателей
- оставлять инструменты и другие предметы на станке
- удалять стружку руками
- измерять детали на ходу
- облакачиваться на станки

4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Головка цилиндров. Перед ремонтом головки цилиндров испытывают на герметичность стенок и уплотнений. Испытания проводят на стенде КИ-4805, КИ-9147 или на других стендах. На отверстия водяных полостей испытываемой головки устанавливают и прижимают специальную обрешиненную плиту. Создают давление воды 0,4...0,5 МПа. Течь и потение головки в любом месте в течение 5 мин не допускаются. Негерметичные заглушки удаляют. Вместо них ставят новые на сурике, предварительно зачистив посадочные места.

Наиболее частой неисправностью головки цилиндров является износ рабочей фаски клапанных гнезд.

Во время фрезерования стержень оправки фрезы должен плотно (с зазором не более 0,05 мм) входить в отверстие отремонтированной направляющей втулки клапана, поэтому ее сначала дефектуют и при необходимости заменяют.

Наиболее распространенным способом ремонта гнезд является фрезерование. Для этого применяют набор специальных фрез из 4 штук (рисунок 1). Черновой фрезой с углом 45° снимают слой металла до выведения следов износа. Для того чтобы уменьшить ширину увеличившейся фаски, нижнюю часть ее подрезают фрезой с углом 75° , а верхнюю — фрезой с углом 15° . Чистовой фрезой с углом 45° зачищают поверхность фаски и доводят окончательно ее ширину до требуемой величины. Например, ширина фасок гнезд впускных клапанов двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-03, А-41 должна быть 2,0...2,5 мм, выпускных — 1,5...2,3 мм.

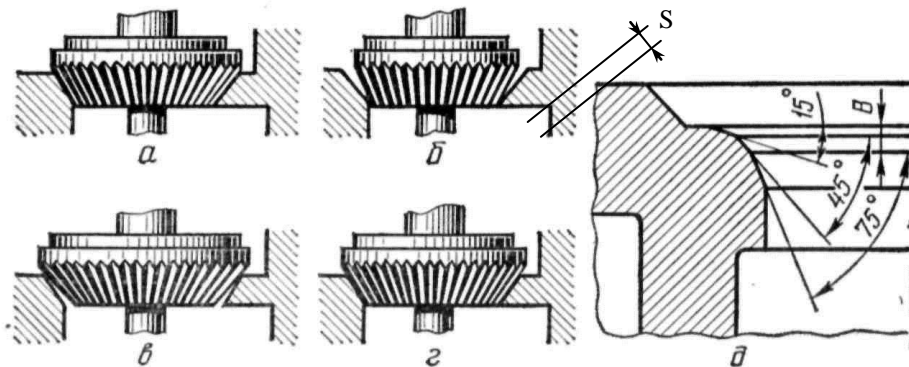


Рисунок 1. Ремонт клапанных гнезд фрезерованием: а - фрезой черновой 45° ; б - фрезой черновой 75° ; в - фрезой черновой 15° ; г - фрезой чистовой 45° ; д - схема образования рабочей фаски гнезда при фрезеровании; В - ширина рабочей фаски.

Гнезда впускных клапанов двигателей ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01М, А-03 и А-41 обрабатывают под углами 30 , 60 и 15° , а рабочие фаски седел впускных клапанов двигателя автомобиля ЗИЛ-130 — под углом 60° .

Для обеспечения плотного прилегания клапанов к гнездам после фрезерования их притирают.

Недостатком ремонта гнезд клапанов фрезерованием является то, что снимается значительный слой металла. В результате этого головки сравнительно быстро выбраковывают. Кроме того, седла клапанов плохо поддаются фрезерованию, поэтому их восстанавливают шлифованием на планетарно-шлифовальных приборах различных марок, например ОПР-1334А, ОР-6686, ЗИЛ Х-7270 и др. Частота вращения шлифовального круга прибора ОПР-1334А 7200 об/мин, частота обкатывания шлифовального круга по гнезду 13,4 мин-1.

На шлифованной поверхности фасок гнезд клапанов не допускаются раковины и риски. Шероховатость обработанной поверхности должна быть не более $Ra=0,8$ мкм.

Угол шлифования клапанных гнезд и клапанов принимают различный. Например, клапан обрабатывают под углом 44° , а его гнездо — под углом $45^\circ 30'$. Рассогласование угла посадочных поверхностей приводит к образованию первоначальной контактной линии сопрягаемых поверхностей. По окончании обкатки двигателя образуется контактная полоска.

При строгом соблюдении технологии ремонта этот способ обеспечивает герметичность сопряжения, исключает притирку клапанов и повышает долговечность сопряжения.

Предельный (выбраковочный) диаметр гнезда клапана устанавливают по величине утопания тарелки нового (номинального размера) клапана или калибра. Утопание обычно измеряют от плоскости головки или блока (рисунок 2). Утопание допускается, например, у двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-03, А-41 - 2,5 мм; СМД-60, СМД-62, СМД-64 - 2,0 мм и т. д.

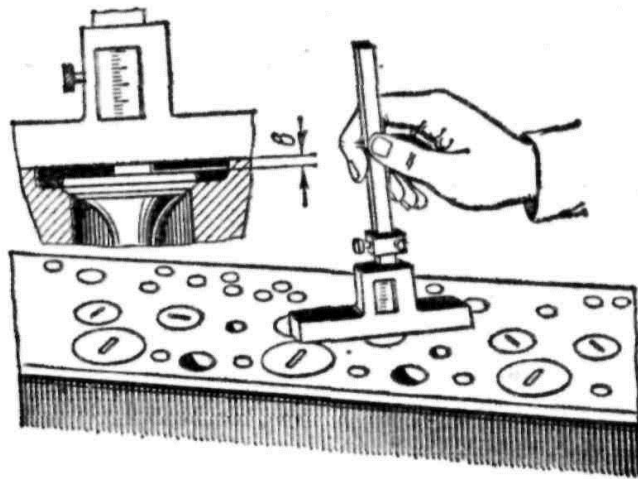


Рисунок 2. Определение величины утопания (δ) клапана штангенглубиномером.

Изношенные клапанные гнезда восстанавливают наплавкой или кольцеванием. При наплавке применяют горячую газовую сварку, используя в качестве присадки чугуновые прутки марки А или выбракованные поршневые кольца и флюсы ФСЧ-1 или буру. При восстановлении изношенных клапанных гнезд запрессовкой колец гнезда растачивают на требуемую глубину с большой точностью (допускается овальность гнезд до 0,05 мм, конусность — 0,02 мм) и запрессовывают в них с натягом 0,14...0,15 мм кольца.

Кольца вытачивают из специального чугуна. Овальность и конусность колец допускается не более 0,02 мм. Для облегчения установки колец и увеличения прочности посадки перед запрессовкой головку блока (блок) рекомендуется нагревать до $380...420^\circ\text{C}$, а кольца охлаждать в сухом льду или головку нагревать до 90°C , а кольца охлаждать в жидком азоте. После запрессовки на кольцах изготовляют фаски под клапаны. Изношенные вставные гнезда клапанов (гнезда выпускных клапанов двигателей А-01М, А-41, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, СМД-60,

СМД-62, СМД-64, Д-37М, Д-37Е, Д-21; впускных и выпускных клапанов ГАЗ-53А и ЗИЛ-130) заменяют на кольца ремонтного размера.

Трещину в перемычке между клапанными гнездами, а также между гнездом и отверстием под распылитель форсунки у чугунных головок заваривают горячей газовой сваркой или ликвидируют путем постановки стягивающих фигурных вставок.

Трещины в водяной рубашке, не проходящие через отверстия для шпилек, заваривают электродуговой сваркой стальным электродом способом отжигающих валиков или электродами ПАНЧ-11.

Для устранения трещин в рубашке охлаждения широко применяют пасты на основе эпоксидных смол. При трещине, проходящей через отверстие под шпильку крепления головки к блоку, отверстие рассверливают и развертывают на глубину меньше высоты головки цилиндров на 8...10 мм, после чего в отверстие вставляют втулку на эпоксидном составе.

Трещины и коррозионные повреждения у алюминиевых головок заваривают газовой сваркой ацетилено-кислородным, пропан-бутаново-кислородным пламенем или аргонно-дуговой сваркой.

У головок, поступающих в ремонт, а также после сварочных работ поверочной линейкой и щупом проверяют отсутствие коробления поверхности прилегания к блоку.

Для различных марок двигателей неплоскостность допускается до 0,15 мм.

После шлифования, фрезерования, пришабривания или проточки (для двигателей с индивидуальными головками для каждого цилиндра) нижней поверхности головки допускается ее неплоскостность менее 0,1 мм. После механической обработки проверяют высоту головки цилиндров. Например, для двигателей ЯМЗ-238НБ, А-01М, А-41 она не должна быть менее 131 мм, ЯМЗ-240Б — 131,3 мм, СМД-60, СМД-62, СМД-64— 130мм. У ГАЗ-53А допускается уменьшение высоты головки на 1 мм против номинального размера.

После ремонта головку цилиндров вторично подвергают гидравлическому испытанию.

При износе резьбы в отверстиях головки цилиндров резьбу шпилек перед их завертыванием смазывают клеем на основе эпоксидной смолы. При срыве резьбы в отверстиях головок отверстия рассверливают, устанавливают спиральные вставки или нарезают увеличенную (ремонтную) резьбу и ставят ступенчатые шпильки. Изношенные резьбы под свечи ремонтируют постановкой переходных втулок.

Клапаны. Наиболее частыми неисправностями клапанов являются износ и подгорание рабочих фасок тарелок. Кроме того, у клапанов изнашиваются поверхность стержня и его торец.

Изношенные рабочие фаски тарелок клапанов и торцы стержней шлифуют на специальных станках (ОПР-823, Р-108 и др.) до выведения следов износа. Требуемый угол шлифования фаски — под 45°, а для впускных клапанов

двигателей А-01М, А-41, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, СМД-60, СМД-62, СМД-64 и ЗИЛ-130 — под 60° .

Перед шлифованием проверяют на приспособлении индикатором (рисунок 3а) прямолинейность стержней клапанов. Непрямолинейность стержня допускается до 0,05 мм.

Коническая поверхность фаски после шлифования должна быть чистой, без задиров, черновин, рисок и гранености.

Предельно изношенные тарелки клапанов могут быть восстановлены плазменным напылением, электроконтактным напеканием металлических порошков или наплавкой ТВЧ шихтой из жаропрочных материалов (ВКЗ, ЭП-616, сормайт-1).

Обработку напыленных или напеченных поверхностей целесообразно проводить электроабразивным (электрохимическим) шлифованием.

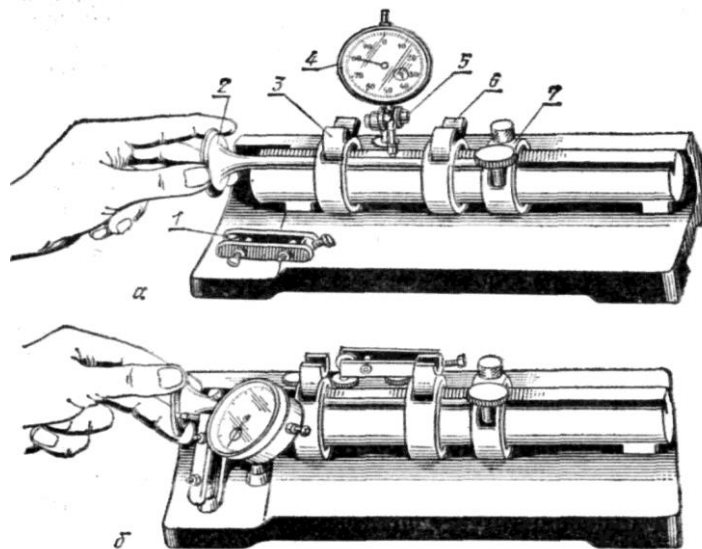


Рисунок 3. Проверка клапана на индикаторном приспособлении:

а - проверка прямолинейности стержня; б - проверка биения фаски тарелки: 1, 5 - стойки для индикатора; 2 - клапан; 3 и 6 - прижимы; 4 - индикатор; 7 - упор.

После шлифования проверяют биение конической фаски тарелки клапана относительно его стержня (рисунок 3б). Биение допускается не более 0,03...0,05 мм.

Высота цилиндрической фаски клапана не должна быть менее 1,1 мм для впускных и 1,3 мм для выпускных клапанов.

Изношенный торец стержня клапана шлифуют на специальной подставке (призме), прилагаемой к станку ОПР-823. После шлифования угольником проверяют перпендикулярность торца стержня по отношению к цилиндрической поверхности. Допускается просвет на торце до 0,05 мм.

Изношенные стержни клапанов можно шлифовать на уменьшенный размер, восстанавливая железнением или хромированием. Овальность и конусность стержня клапана после шлифования не должны быть более 0,02 мм. Из

выбракованных клапанов путем проточки и шлифования можно изготовить клапаны меньшего размера для использования в других двигателях. Втулки, изношенные внутри, можно восстанавливать развертыванием под увеличенный стержень клапана.

Пружины клапанов. По мере работы двигателя пружины клапанов теряют упругость и получают усадку.

Контроль упругости клапанных пружин проводят на универсальном приборе для проверки упругости пружин и поршневых колец, определяют силу сжатия пружины и сравнивают ее с техническими требованиями.

Пружины, упругость которых меньше допустимой, могут быть восстановлены накаткой роликом или способом термической фиксации. При восстановлении пружины термической фиксацией, ее растягивают за концы зажимами приспособления до необходимой длины и пропускают через нее электрический ток. После того, как пружина нагреется до 400...450°C (о чем судят по времени нагрева и интенсивному испарению масла с поверхности), ее освобождают из зажимов и охлаждают на воздухе.

Сборка головки цилиндров и притирка клапанов. Собирают головки на специальном стенде (столе). В головку блока запрессовывают направляющие втулки и развертывают их. Стержень клапана должен свободно, без заеданий, проворачиваться во втулке и перемещаться в осевом направлении. У большинства двигателей нормальный зазор между стержнем впускного клапана и отверстием втулки равен 0,03... 0,07 мм, а выпускного — 0,7...0,11 мм.

После установки клапанов проверяют утопание их тарелок относительно плоскости разъема головки и при его несоответствии техническим требованиям подбирают и притирают другие клапаны.

При притирке фаску клапана и гнезда смазывают тонким слоем пасты ГОИ или пасты, состоящей из абразивного порошка зернистостью М24..М28 и дизельного масла.

Притирку проводят на специальном станке ОПР-1841А или притирочным электроинструментом. Стержни клапанов смазывают дизельным маслом, надевают на них технологические пружины и устанавливают клапаны в направляющие втулки. Головку (блок) устанавливают на угольники подъемной площадки 5.

Вращением маховика 3 или при помощи механизированного подъема поднимают головку на такую высоту, чтобы между муфтами шпинделей и клапанами можно было вставить переходники 2. При верхнем положении блока шпинделей 1 зазор между тарелкой клапана и гнездом должен быть 8...10 мм.

На фаски клапана или гнезда наносят пасту и включают станок. При работе станка шпиндели поворачивают клапан по часовой стрелке на 1/3 оборота, а против часовой стрелки на 1/4 оборота. Кроме этого, клапаны совершают возвратно-поступательное движение в осевом направлении.

Притирку ведут до образования на конической поверхности тарелки клапана и гнезда ровной без разрывов матовой кольцевой полоски. Ширина притертой полоски должна быть у двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б у впускных клапанов - 1,5...2 мм, выпускных - 1,0... 1,8 мм; А-01М, А-41, СМД-60, СМД-62, СМД-64 у впускных — не менее 2,0 мм, выпускных не менее 1,9 мм, СМД-14 и его модификаций — не менее 1,5 мм; Д-240, Д-50 — 1,5...2,0 мм и т. д.

Верхняя кромка матовой полоски должна отстоять от края конусной поверхности тарелки клапана не менее чем на 1,5 мм, а у двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б поясok должен начинаться у основания большого конуса седла.

После притирки клапаны размечают в соответствии с номерами гнезд. Головку и клапаны тщательно промывают в 1%-ном водном растворе тринатрийфосфата для удаления остатков пасты и собирают клапанный механизм. Разборку и сборку головок блоков тракторных двигателей рекомендуется проводить на стендах ОПр-107 или ОПр-2953М. Стержни клапанов смазывают дизельным маслом или графити-руют.

Клапаны устанавливают в гнезда согласно разметке. При помощи приспособления сжимают пружины и устанавливают тарелки клапанных пружин с сухариками.

Сухарики должны плотно сидеть в тарелке пружины и выступать над плоскостью тарелки не более 0,5 мм. Между сухариками по стыку должен быть зазор не менее 0,5 мм.

Проверка герметичности клапанов. Окончательный контроль качества притирки ведут либо при помощи пневматического прибора, либо по просачиванию керосина. Прибор состоит из корпуса, манометра и пульверизационной груши.

Для проверки герметичности на тарелку клапана сверху кисточкой наносят керосин. Прибор прижимают к впускному или выпускному отверстию головки, грушей нагнетают под клапан воздух до давления 30 кПа и наблюдают за появлением пузырьков. Если пузырьки отсутствуют, то клапан притерт удовлетворительно.

При проверке качества притирки керосином головку устанавливают впускными или выпускными каналами вверх и наливают в них керосин: он не должен просачиваться между клапанами и гнездами в течение 3 мин.

Для увеличения срока службы сопряжения клапанов с гнездами применяют накатывание роликами рабочих фасок гнезда и тарелки клапана. Накатывание фаски тарелки клапана проводят после ее шлифования, а фаски гнезда — после обработки фрезами. Обе операции выполняют на сверлильном станке за 6...10 оборотов шпинделя при давлении 2,5...3,0 МПа. Накатка позволяет исключить операцию притирки клапанов. Применяют также электромеханическое упрочнение фасок клапанов.

Валики коромысел (оси). При износе наружной поверхности в сопряжении со втулками коромысел валики перешлифовывают на уменьшенный ремонтный

размер. Возможен ремонт валиков (осей) хромированием, железнением, вибродуговой наплавкой с последующим шлифованием.

Коромысла клапанов с втулками. Наиболее частыми дефектами коромысел клапанов являются: износ бойков и внутренней поверхности втулок, ослабление посадки втулок в коромыслах и износ резьбы под регулировочный винт.

При незначительном износе бойков по высоте их шлифуют вручную на обдирочно-шлифовальном станке, выдерживая требуемый радиус закругления по шаблону. При износе на глубину 2...3 мм боек наплавляют и шлифуют. Во время шлифования должна быть обеспечена параллельность цилиндрической поверхности бойков относительно оси отверстия под втулку, что проверяют шаблоном.

При износе резьбы в коромысле под регулировочный винт конец коромысла осаживают с боков в горячем состоянии, просверливают по кондуктору отверстие и нарезают резьбу нормального размера. Толкатели клапанов и втулки толкателей. У толкателей изнашиваются поверхности стержня и тарелки. Стержни толкателей восстанавливают вибродуговой наплавкой проволокой из высокоуглеродистой стали или напеканием металлических порошков. После наплавки или напекания стержень толкателя шлифуют на круглошлифовальном станке. Возможно также восстановление стержня толкателя электролитическим наращиванием (железнением, хромированием).

При незначительном износе рабочей поверхности тарелки толкателя (до 0,3 мм) ее шлифуют до выведения следов износа. При больших износах тарелку наплавляют электродуговой сваркой электродом Т-590 или чугуном газовым пламенем. Чтобы не произошел отпуск стержня, толкатель при наплавке тарелки погружают в ванну с проточной водой таким образом, чтобы тарелка была над жидкостью. Наплавленные тарелки шлифуют до определенной высоты.

У толкателей качающегося типа изнашиваются втулки по внутреннему диаметру, оси роликов и сами ролики, упорные пяты.

Распределительные валы. У этих валов изнашиваются опорные шейки и кулачки. Возможен также изгиб вала. Для определения изгиба вал укладывают крайними шейками на призмы и индикатором определяют биение средней шейки. Если биение превышает 0,1 мм, вал правят под прессом.

Опорные шейки распределительного вала при износе до овальности и конусности более 0,1 мм шлифуют до следующего ремонтного размера. Изношенные шейки последнего ремонтного размера восстанавливают вибродуговой наплавкой высокоуглеродистой сталью, после чего шлифуют до номинального диаметра. Возможно также восстановление шеек хромированием, твердым железнением или напеканием металлических порошков.

Втулки для опорных шеек шлифованных валов ставят в блок с уменьшенным внутренним диаметром.

Отверстия для подвода смазки в блоке и втулках после запрессовки должны совпадать. После запрессовки втулок проводят их соосную расточку на станках типа ОПР-4812, ОПР-4811.

Кулачки распределительного вала изнашиваются неравномерно. Цилиндрическая часть поверхности кулачка изнашивается незначительно, и почти весь износ приходится на долю профильной, набегающей части кулачка (рисунок 4).

Вследствие этого изменяется высота подъема клапана, смещаются в сторону запаздывания моменты начала и максимального открытия клапана и уменьшается общее время открытия его.

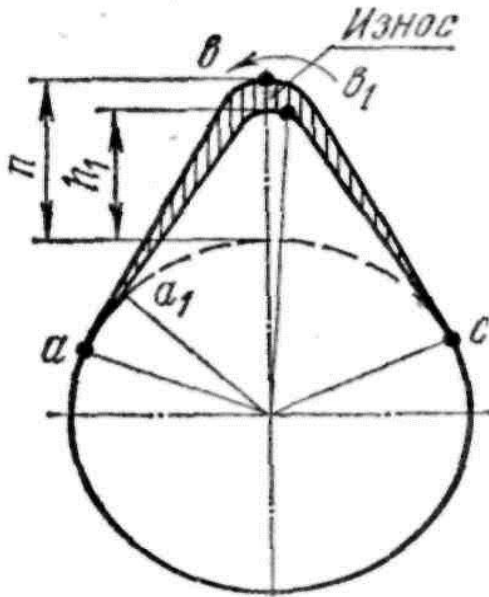


Рисунок 4. Износ кулачка распределительного вала:
 h и h_1 - высота подъема толкателя при новом и изношенном кулачках;
 a и a_1 - начало открытия клапана при новом и изношенном кулачках;
 b и b_1 - максимальное открытие клапана при новом и изношенном кулачках;
 c - закрытие клапана.

Износ кулачков распределительного вала определяют замером высоты кулачка. По высоте износ кулачков допускается до определенного предела. Например, наименьшая допустимая высота кулачков распределительного вала равна: для двигателей ЯМЗ-240Б и ЯМЗ-238НБ — 42 мм; Д-50 — 40,1 мм; СМД-14 — 41,25 мм; А-01М и А-41 — 44,05мм. Кулачки, изношенные до размера по высоте меньше допустимого, шлифуют на шлифовально-копировальном станке на ремонтные размеры. При износе кулачков последнего ремонтного размера они могут быть восстановлены до номинального размера электродуговой наплавкой электродом Т-590 с последующим шлифованием или напеканием металлических порошков.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1 Дефектация деталей ГРМ

Используя альбомы технических требований на ремонт двигателей произвести дефектацию основных деталей механизма газораспределения, занести результаты в таблицу 1 и сделать заключение о необходимой технологии ремонта.

Таблица 1 Результаты дефектации деталей ГРМ двигателя

Контролируемый параметр	Результат Измерения	Допускаемое значение	Заключение о виде ремонта
Высота кулачков распределительного вала, мм Диаметр опорных шеек распределительного вала, мм Высота бойка коромысла, мм Коробление плоскости разъема головки блока, мм Утопание тарелки клапана, мм Упругость клапанных пружин, Н - внутренней - наружной Зазор в сопряжении, мм: - втулка – клапан впускн. - втулка – клапан выпускн.			

5.2 Ремонт клапанной пары

Снять с головки блока цилиндров клапан. Измерить ширину (S) рабочей фаски седла (рисунок 1), продефектовать клапан. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты ремонта клапанной пары двигателя

Контролируемый параметр	Допустимое значение	Фактическое значение	
		до ремонта	после ремонта
Ширина фаски седла клапана, мм Высота цилиндрического пояса клапана, мм Биение: - рабочей фаски клапана, мм - торца клапана, мм - стержня клапана, мм Ширина притертой матовой полосы на фаске клапана, мм Расстояние от края тарелки клапана до притертой полосы, мм Герметичность клапанной пары, мин.			

При помощи набора конусных фрез фрезеровать седла клапана.

Прошлифовать коническую фаску клапана на станке Р-108 до выведения следов износа.

Осуществить притирку подготовленного клапана к отремонтированному седлу, Оценить качество притирки клапана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов / Под ред. В.А.Зорина. – М.: Академия, 2010. - 512 с.
- 2 Практикум по ремонту машин. Под редакцией Пучина Е.А.-М.: КолосС, 2009.-327с.
- 3 Надежность и ремонт машин:/ Под ред. В.В. Курчаткина - М.: Колос, 2000.-778с.
- 4 Альбомы технических условий на дефектацию и ремонт двигателей. – М.: ГОСНИТИ, 1990.
- 5 Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. М.; Академия, 2002.- 496с.

Лабораторная работа № 4

2.4 Диагностика и ремонт стартеров и генераторов

2.4.1 Диагностика и ремонт стартера

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей стартера.
- 1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей стартеров, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.
- 1.3 Ознакомиться с оснащением рабочего места.
- 1.4 Произвести предварительную разборку стартера, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.
- 1.5 Собрать и испытать стартер на различных режимах работы.

2 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Руководство по капитальному ремонту автотракторных стартеров для специализированных электроремонтных предприятий: Часть 1,2.; Альбом технологических карт на разборку, дефектовку, ремонт, сборку и испытание электрооборудования; плакаты; контрольно-испытательный стенд модели Э242; аккумуляторные батареи соответствующей емкости, калибры; выключатели стартера; инструменты

3 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТЬ

Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

Не допускается работа на стенде при снятых или открытых стенках (крышках), защитных кожухах.

Работающие на стенде должны быть одеты в плотную облегающую одежду.

Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

При перерывах в работе стенд должен быть отключен от сети.

4 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Надежная работа системы пуска во многом зависит от состояния аккумуляторной батареи, чистоты и плотности крепления наконечников проводов на клеммах стартера, аккумуляторной батареи и корпусе автомобиля, исправности реле включения и выключателя зажигания, а также крепления стартера к картеру маховика двигателя. Следует помнить, что в зимнее время ухудшаются условия работы системы пуска. Понижение температуры электролита в аккумуляторах батареи вызывает значительное снижение ее

емкости и падение напряжения при работе стартера, что уменьшает мощность и крутящий момент электродвигателя стартера.

Требуемая мощность стартера для пуска двигателя определяется по формуле:

$$P = \frac{M_c \cdot n}{9550}, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

где: M_c – момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала при предельной вязкости масла и пусковой частоте вращения, Н х м;

n – пусковая частота вращения, мин^{-1} , $n = 50 \text{ мин}^{-1}$ для карбюраторных, = $100 \dots 150 \text{ мин}^{-1}$ для дизельных двигателей.

Для практических целей $M_c = (30 \dots 50) Vh$ для карбюраторных, $M_c = (69 \dots 79) Vh$ для 4...6 цилиндровых дизельных двигателей,

где Vh – рабочий объем цилиндров, л; $P = (0,15 \dots 0,20) Vh$ для карбюраторных, $P = (0,73 \dots 1,1) Vh$ для дизельных двигателей.

Приборы системы пуска, особенно стартеры, во время эксплуатации подвержены большим нагрузкам. Электродвигатели стартеров потребляют большую силу тока, поэтому неумелое пользование стартером приводит к его преждевременному отказу.

Наиболее часто встречающиеся неисправности стартеров и приборов системы пуска следующие: износ подшипников якоря электродвигателя стартера; замасливание и износ щеток и коллектора; замыкание щеткодержателей с корпусом; ослабление пружин щеткодержателей; замыкание обмоток на корпус; междувитковые замыкания в обмотках; обрыв обмоток; заедание подвижных деталей привода стартера, пробуксовка или заклинивание муфты свободного хода; обрыв обмоток тягового реле стартера; нарушение регулировки реле включения и привода стартера.

Предремонтное диагностирование системы пуска. Проверяют крепление стартера и проводов к клеммам тягового реле, реле включения и провода от клеммы «К» реле к кузову автомобиля. Подтягивают стяжные болты стартера. Снимают защитную ленту (защитный кожух) и проверяют состояние коллектора, щеток и их пружин и низшие пыли на крышке и щеткодержателе. Пыль со щеткодержателей, крышки и коллектора удаляют продувкой сжатым воздухом. Замасленный или загрязненный коллектор протирают чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине.

При большой загрязненности крышки, щеток и коллектора, сильном износе щеток и для устранения других неисправностей, требующих разборки стартера, необходимо снять стартер с двигателя.

В стартерах СТ103 и СТ142 заливают в масленки по 8—10 капель жидкого моторного масла. В других стартерах подшипники смазывают перед сборкой моторным маслом.

Через 25—30 тыс. км, обычно при подготовке автомобиля к зимней эксплуатации, снимают стартер с двигателя и разбирают его. Для проверки

состояния щеток и их пружин, коллектора, обмоток, деталей и узлов привода, подшипников, тягового реле.

Во избежание вымывания смазки из подшипников не допускается промывать крышки керосином или бензином. После устранения дефектов стартер собирают, уделив особое внимание надежности крепления винтов опоры среднего подшипника. После сборки проверяют легкость вращения якоря и производят регулировку привода шестерни. Затем проверяют стартер на стендах Э211, 532М, КИ968, Э240 и др.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1 Ознакомиться с целью работы, заданием, оснащением рабочего места, техникой безопасности при выполнении работы, подготовить форму отчета.

5.2 Пользуясь «Руководством по капитальному ремонту автотракторных стартеров» произвести разборку стартера на узлы и детали.

5.3 Произвести дефектацию узлов и деталей стартера.

5.4 Устранить обнаруженные неисправности.

5.5 Произвести сборку стартера.

5.6 Испытать стартер.

5.6.1 Проверить зазор между шестерней и упорной шайбой, срабатывание муфты свободного хода.

5.6.2 Проверить работу реле стартера.

5.6.3 Проверить стартер в режиме холостого хода.

5.6.3 Проверить тормозной момент стартера и действие муфты свободного хода.

5.7 Испытание стартера на стенде Э242.

5.7.1 Проверка напряжения включения и потребляемого тока реле стартера

5.7.1.1 Установить стартер на стенд. Подключить стартер к стенду (рисунок 1). Отсоединить перемычку, идущую от главных контактов к электродвигателю. Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1, S6 – 150А, S3 – 30А, S4 – 1, S2 – в положение, соответствующее номинальному напряжению стартера. Включить стенд.

5.7.1.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Переключателем S3 и реостатом нагрузки увеличить напряжение до срабатывания реле стартера.

Тяговое реле должно выдвинуть шестерню привода до упора, контакты главной цепи должны замкнуться, при этом, если главные контакты находятся в нормальном состоянии, показание вольтметра должно быть равным нулю. Допустимое падение напряжения на главных контактах 0,1 В, на каждые 100 А протекающего через них ток нагрузки.

Момент замыкания проверяется измерением зазора между шестерней и упорной шайбой. С помощью шаблонов, входящих в комплект принадлежностей, устанавливаются требуемые зазоры между шестерней и

упорной шайбой. При зазоре 16 мм главные контакты должны быть разомкнуты, вольтметр стенда при этом покажет напряжение источника питания.

5.7.2 Проверка стартера в режиме холостого хода.

5.7.2.1 Подключить стартер к стенду (рисунок 1(б)). Установить переключатели стенда в следующие положения: S7 – 1, S1 – 3. Включить стенд.

5.7.2.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь стартера должен вращаться.

5.7.2.3 Измерить частоту вращения и потребляемый ток. Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, частота вращения якоря падает ниже нормы. Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания обмотки якоря, а межвитковое замыкание обмотки возбуждения приводит к повышению частоты вращения якоря. Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода не более 10 секунд.

5.7.3 Проверка стартера в режиме полного торможения.

5.7.3.1 Установить стартер в зажимное устройство стенда. Отрегулировать тормозное устройство так, чтобы шестерня стартера свободно входила в зацепление с зубчатым сектором тормозного устройства при включении привода стартера. При этом зубчатый сектор по модулю должен соответствовать модулю шестерни стартера; исключение составляет стартер с модулем 3, 175, для которого зубчатый сектор устанавливается с модулем 3.

5.7.3.2 Для измерения тормозного момента на валу стартера установить переключатель S7 в зависимости от модуля проверяемого стартера в положения:

- «2,5 x 9» - для стартеров с модулями 2,11 и 2,5;
- «3 x 11» - для стартеров с модулями 3; 3,175 и 3,75;
- «4,25 x 10» - для стартеров с модулями 4,25 и 4,5;

Переключатель S1 – 3 в зависимости от величины крутящего момента, развиваемого стартером, установить в положение 1 при величине крутящего момента до 25 Н.м или в положение 2 при величине крутящего момента более 25 Н.м. Включить стенд.

Переключатель S6 установить в положение 1500 А или 500 А в зависимости от потребляемого тока.

Переключатель S2 – в положение 1

5.7.3.3 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Записать показания амперметра и измерителя тормозного момента.

5.7.3.4 В том случае, если модуль и число зубьев проверяемого стартера отличаются от указанных на стенде положений переключателя S7 – 2,5 x 9; 3 x 11; 4,25 x 10, то для получения действительной величины тормозного момента показание измерительного прибора необходимо умножить на поправочный коэффициент, приведенный в таблице 1.

5.7.3.5 Развиваемый тормозной момент исправного стартера, должен быть не менее рассчитанного по формуле:

$$M = M_p \frac{l - l_{xx}}{l_p - l_{xx}}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (5.1)$$

где: M_p – расчетный момент, Н х м;

l – действительный (измеренный) ток, А;

l_p – расчетный ток, А;

l_{xx} – ток холостого хода, А.

Расчетные величины M_p и величина приведены в приложении 1. Время проверки не более 10 сек.

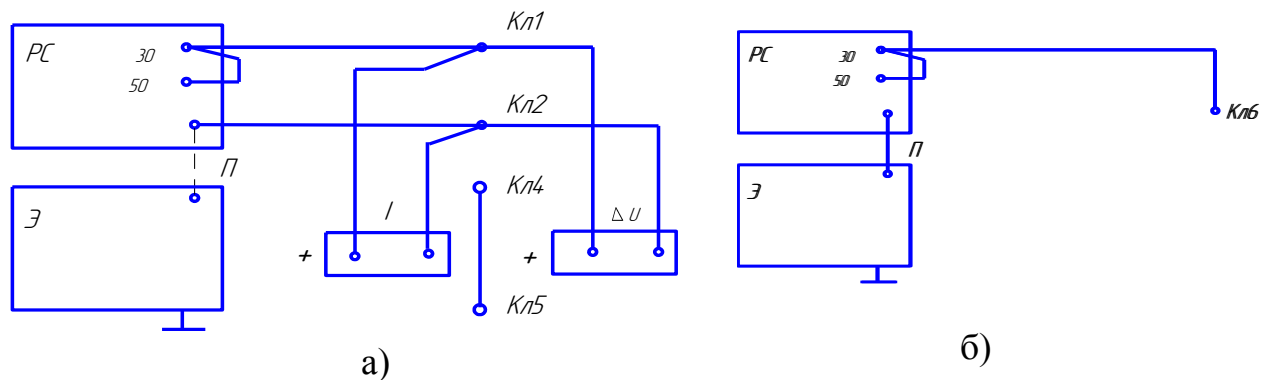


Рисунок 1 Схемы включения реле стартера при проверке на срабатывание (а) и включение стартера при проверках в режиме холостого хода и полного торможения (б): РС – тяговое реле стартера; Э – электродвигатель стартера; П – переключатель; 30- к аккумуляторной батарее; 50 – к реле включения стартера.

Таблица 1

Положение переключателя	Модуль и число зубьев стартера	Значение поправочного коэффициента
2,5 x 9	2,11 x 11	1,05
	2,5 x 8	0,87
	2,5 x 9	1,00
3 x 11	3 x 9	0,82
	3 x 11	1,00
	3,175 x 9	0,87
	3,75 x 10	1,20
4,25 x 10	4,25 x 10	1,00
	4,25 x 11	1,10
	4,5 x 11	1,20

6 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

6.1 Краткая техническая характеристика стартера.

Марка стартера, установлен на _____

Нормальное напряжение, В _____

Пусковой ток аккумуляторной батареи, А _____

6.2 Электрические схемы проверки стартера.

Таблица 2 Результаты регулировок и испытаний

Замеряемый параметр при регулировке и испытаниях	По техническим условиям	По данным испытаний	Примечание
1 Регулировки стартера			
1.1 Давление пружины на щетках			
1.2 Зазор между шестерней привода и упорной шайбой: - в крайнем включенном положении - в момент включения основных контактов			
2 Испытание стартера			
2.1 На режиме холостого хода			
- потребляемый ток, не более, А			
- напряжение на клеммах, В			
- частота вращения вала стартера не более, мин ⁻¹			
Максимальная мощность, сравниваемая при частоте вращения, мин ⁻¹			
2.1 При полном торможении			
- потребляемый ток, не более, А			
- напряжение на клеммах, В			
- крутящий момент, Нм			

Анализ полученных данных и заключение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеев Ю.Л., Тимофеев Г.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей: Устранение и предупреждение неисправностей. - М.: Транспорт, 1998.-301с.

2. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Российская автотранспортная энциклопедия. Т.3. – М.: РБООИП Просвещение. – 456 с.

2.4.2 Диагностика и ремонт генератора переменного тока

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей генератора.
- 1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей генератора, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.

2 ЗАДАНИЕ

- 2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места.
- 2.2 Произвести предварительную разборку генератора, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.
- 2.3 Собрать и испытать генератор на различных режимах работы.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Руководство по капитальному ремонту автотракторных генераторов для специализированных электроремонтных предприятий: Часть 1,2.; Альбом технологических карт на разборку, дефектовку, ремонт, сборку и испытание электрооборудования; плакаты; контрольно-испытательный стенд модели Э242; аккумуляторные батареи соответствующей емкости, калибры; инструменты.

4 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

Не допускается работа на стенде при снятых или открытых стенках (крышках), защитных кожухах.

Работающие на стенде должны быть одеты в плотную облегающую одежду.

Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

При перерывах в работе стенд должен быть отключен от сети.

5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Неисправности генераторов возникают в основном при нарушении правил их эксплуатации, например отключении аккумуляторной батареи при работающем двигателе, замыкании клемм генератора на корпус при проверке «на искру», неправильном натяжении приводного ремня.

Техническое состояние генераторов переменного тока характеризуется следующими параметрами:

- минимальной частотой вращения, при которой генератор развивает номинальное напряжение (начальная частота вращения без нагрузки);
- номинальной частотой вращения, при которой генератор отдает номинальный ток нагрузки (начальная частота вращения под нагрузкой)

Основные **неисправности генераторов:** плохой контакт между щетками и контактными кольцами; обрыв обмотки возбуждения; замыкание обмотки возбуждения на вал ротора; междувитковое замыкание в катушке обмотки возбуждения; обрыв одной фазы в цепи обмотки статора, замыкание обмотки статора на сердечник; междувитковое замыкание в катушках обмотки статора; пробой диодов выпрямителя; повышенный шум при работе.

Предремонтное диагностирование. Проверяют и при необходимости регулируют натяжение приводного ремня генератора, а также крепление генератора, регулятора напряжения и состояние клемм.

Очищают генератор от грязи, снимают щеткодержатель и проверяют состояние щеток, усилие давления пружин и контактные кольца. Продувают сжатым воздухом внутреннюю полость генератора.

Через 25-30 тыс.км обычно при подготовке автомобиля к зимней эксплуатации при дополнительно выполняют следующие работы. Снимают и при необходимости разбирают генератор, проверят состояние обмоток и узлов, заменяют дефектные узлы и детали. Перед сборкой продувают сжатым воздухом корпус, ротор и другие детали. При необходимости подшипники заполняют смазкой № 158 или ЦИАТИМ-201. При замене смазки снимают защитное кольцо, промывают подшипник, заполняют его смазкой на 70% объема полости между шариками и устанавливают кольцо на место. После сборки проверяют работу генератора переменного тока на стенде Э242.

6 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 Ознакомиться с целью работы, заданием, оснащением рабочего места, техникой безопасности при выполнении работы, подготовить форму отчета.

6.2 Пользуясь «Руководством по капитальному ремонту автотракторных генераторов» произвести разборку генератора на узлы и детали.

6.3 Произвести дефектацию узлов и деталей генератора.

6.4 Устранить обнаруженные неисправности.

6.5 Произвести сборку генератора.

6.6 Испытать генератор.

6.6.1 Проверить обмотку возбуждения генератора.

6.6.2 Проверить начальную частоту вращения генератора переменного тока без нагрузки и под нагрузкой.

7 ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА СТЕНДЕ Э242

7.1 Проверка обмотки возбуждения генератора переменного тока

7.1.1 Установить генератор на стенд, не зажимая и не соединяя с приводом. Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 2, S6 – 5А. Подсоединить обмотку возбуждения генератора к источнику регулируемого напряжения. Включить стенд.

7.1.2 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Ручкой регулятора источника регулируемого напряжения установить номинальное напряжение на обмотке возбуждения.

7.1.3 Записать показания амперметра. Полученное значение силы тока должно быть равно отношению установленного напряжения на обмотке возбуждения к сопротивлению обмотки возбуждения.

Отсутствие тока свидетельствует об обрыве обмотки возбуждения, повышенное значение – о замыкании витков.

7.2 Проверка начальной частоты вращения генератора переменного тока без нагрузки .

7.2.1 Соединить ремнем шкив закрепленного в зажиме стенда генератора со шкивом электропривода. Подключить стартер к стенду (рисунок 1). Установить переключатели стенда в следующие положения: S4 – 3, S7 – 2, S6 – 50А или 150А в зависимости от тока нагрузки. Включить стенд.

7.2.3 Нажать кнопку SB2 «Пуск». Якорь генератора должен вращаться.

7.2.4 Плавно поворачивая ручку регулятора источника регулируемого напряжения по часовой стрелке, установить номинальное напряжение на выходе генератора. Измерить напряжение на обмотке возбуждения.

7.2.5 Установить переключатель S4 в положение 2 и сравнить с данными таблицы (приложение 1).

7.3 Проверка начальной частоты вращения генератора переменного тока под нагрузкой .

7.3.1 Не допуская превышения номинального напряжения на выходе генератора, установить (ручкой регулятора источника регулируемого напряжения и одновременно с помощью переключателя S3 и реостата нагрузки) на выходе генератора напряжения при токе нагрузки (приложение 1).

7.3.2 Измерить напряжение на обмотке возбуждения и сравнить с заданными в таблице (приложение 1). При исправном генераторе величина напряжения не должна превышать значения указанного в данной таблице.

7.3.3 Если имеются значительные расхождения, то необходимо проверить обмотку статора на симметричность фаз. Для этого переключатель S4 установить в положение 5, взять 2 проводника из комплекта принадлежностей и подключить их к разъему X S17- «II», а затем подключить поочередно к выводам обмотки статора. Сравнить показания вольтметра и сделать заключение об исправности генератора. Если напряжение между фазами одинаковое, то обмотка статора исправна, а неисправность следует искать в обмотке возбуждения.

7.3.4 Результаты измерений определяются по шкале вольтметра постоянного тока, поэтому для получения действующего значения переменного тока (напряжения включения) необходимо показания вольтметра умножить на коэффициент (таблица 1).

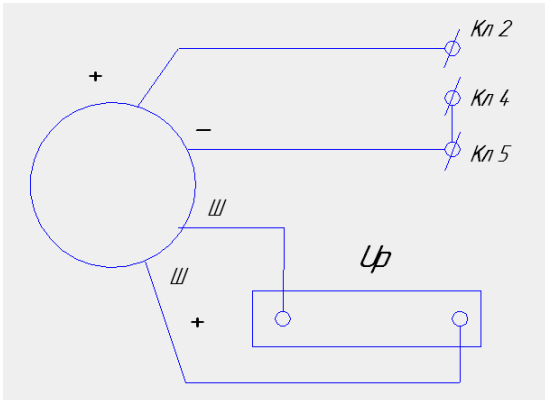


Рисунок 1 Схема подключения генераторов переменного тока при проверке в режиме холостого хода и под нагрузкой.

Таблица 1 Напряжение включения с учетом поправочного коэффициента

Диапазон измерения по шкале вольтметра постоянного тока	Поправочный коэффициент
0-5В	1,35
5-15В	1,23
15-25В	1,19
250-35В	1,17

7.3.5 Для проверки исправности выпрямителя, через который запитывается обмотка возбуждения, необходимо измерить напряжение после выпрямителя при номинальном выходном напряжении генератора. Для этого переключатель вольтметра S4 установить в положение 1.

8 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

8.1 Краткая техническая характеристика генератора.

Марка генератора, установлен на _____

Нормальное напряжение, В _____

Работает с реле - регулятором _____

8.2 Электрические схемы проверки генератора.

Таблица 2 Результаты регулировок и испытаний.

Замеряемый параметр при регулировке и испытаниях	По техническим условиям	По данным испытаний	Примечание
1.1. В режиме без нагрузки:			
- напряжение на обмотке возбуждения, В			
- частота вращения ротора, при которой достигается номинальное напряжение, мин ⁻¹			
1.2. В режиме с нагрузкой:			
- напряжение на обмотке возбуждения, В			
- сила тока контрольной нагрузки, А			
Сопротивление обмотки возбуждения, Ом			

8.3 Анализ полученных данных и заключение.

9 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

9.1 Какие неисправности может иметь генератор переменного тока?

9.2 Приведите возможные электрические схемы проверки генератор переменного тока.

9.3 Чем объясняется повышенный шум при работе генератора?

9.4 Какие дефекты генератора переменного тока позволяет определить проверка на стенде Э242?

9.5 Объясните цель проверки генератора переменного тока на стенде без нагрузки.

9.6 Объясните причину плохого контакта между щетками и контактными кольцами ротора.

9.7 Какие операции включает предремонтное диагностирование генератора переменного тока?

9.8 При каком дефекте генератора повышается сопротивление в цепи возбуждения, снижается сила тока возбуждения и уменьшается мощность генератора?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимофеев Ю.Л., Тимофеев Г.Л., Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей: Устранение и предупреждение неисправностей. - М.: Транспорт, 1998.-301с.

2. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др.Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов.- М.: Наука, 2004. - 535 с.

3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Российская автотранспортная энциклопедия. Т.3.– М.: Просвещение.– 456 с.

4. Хитрюк В.А.Устранение неисправностей электрического оборудования в автомобилях, тракторах, комбайнах.– Минск.:Урожай, 1982.

5. Пуховицкий Ф.Н., Петров С.В. Практическое пособие по текущему ремонту тракторов МТЗ -80, МТЗ-83-М.: ГОСНИТИ, 1990. – 128с.

6. Стенд контрольно-испытательный модели Э242.Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 2004 г – 82с.

Лабораторная работа № 5

2.5 Технология ремонта турбокомпрессоров

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей турбокомпрессора.

1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей турбокомпрессора, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места.

2.2 Произвести предварительную разборку турбокомпрессора, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.

2.3 Собрать и испытать турбокомпрессор на различных режимах работы.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Турбокомпрессор - это устройство, использующее отработавшие газы (выхлопные газы) для увеличения давления внутри впускной камеры.

В настоящее время практически все большие дизельные двигатели мощностью более 150 кВт, используемые в сельском хозяйстве, промышленности, судостроении, на дорожно-строительной технике, оснащаются турбокомпрессором. В настоящее время турбонаддув является наиболее эффективной системой повышения мощности двигателя без увеличения частоты вращения коленчатого вала и объема цилиндров. Помимо повышения мощности турбонаддув обеспечивает экономию топлива в расчете на единицу мощности и снижение токсичности отработавших газов за счет более полного сгорания топлива.

Система турбонаддува применяется как на бензиновых, так и на дизельных двигателях. Вместе с тем, наиболее эффективен турбонаддув на дизелях вследствие высокой степени сжатия и относительно невысокой частоты вращения коленчатого вала. Турбокомпрессор работает под воздействием потока горячих отработавших газов, вращающих его ротор с частотой 50...150 тыс. мин⁻¹. В этих условиях даже небольшое нарушение работы турбокомпрессора приводит к его повреждению. Как правило, о неполадках в турбокомпрессоре говорит резкое снижение мощности двигателя, наличие большого количества густого выхлопного дыма, увеличение расхода топлива и масла, а также изменение в звуке работы двигателя.

Турбокомпрессор в разрезе приведен на рисунке 3.

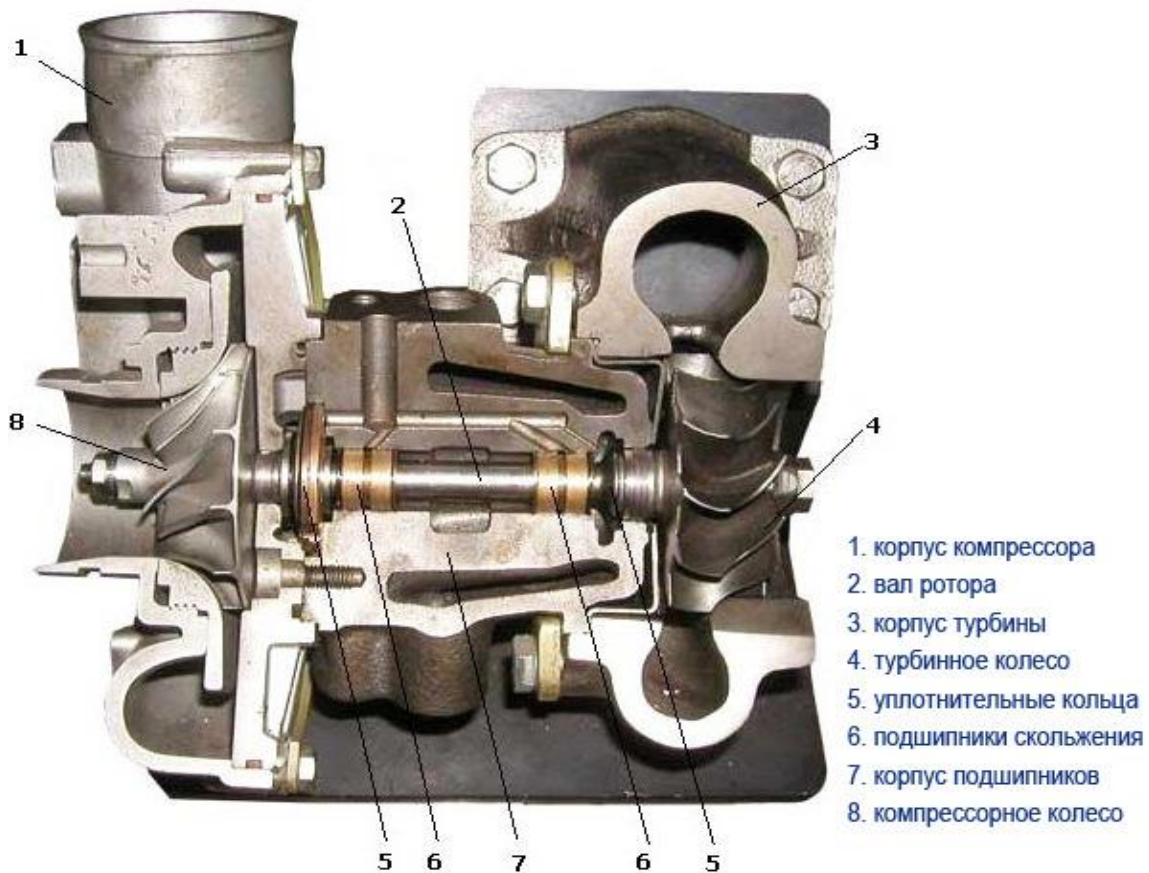


Рисунок 3 – Разрез турбокомпрессора

Причины отказа турбокомпрессоров

Выделяют несколько основных факторов, которые вызывают до 90% всех отказов. На первом месте - нарушения в работе системы смазки ротора турбокомпрессора. На работоспособность турбины оказывает влияние и качество масла, и его количество. Распространенной причиной может быть присутствие в масле загрязнений. Чаще это бывают твердые частицы разного размера, обладающие абразивными свойствами. Попадая в зазоры между трущимися поверхностями, они вызывают их механический износ. Результат воздействия мелких, невидимых глазом, частиц выглядит как полирование контактных поверхностей вала и подшипников, сопровождающееся "зализыванием" их внешних кромок. Крупные частицы оказывают более радикальное абразивное воздействие - шлифуют поверхности трения с образованием глубоких рисок и задигов. Подшипники, изготовленные из более мягких материалов, повреждаются сильнее. Результат в этих случаях один - износ материала и увеличение зазоров, что в итоге приводит к резкому снижению прочности масляной пленки и к ее разрушению.

Так же, довольно распространенной причиной отказа турбокомпрессора, является попадание в него посторонних предметов. Это заканчивается необратимыми повреждениями компрессорного или турбинного колес и приводит в итоге к поломке турбины. Даже самое незначительное повреждение нарушает балансировку ротора, а дисбаланс ускоряет поломку агрегата.

Колесо компрессора часто подвергается абразивному воздействию пыли и песка, попадающих во впуск через поврежденный воздушный фильтр. Результат напоминает качественную пескоструйную обработку, удаляющую впускную часть крыльчатки. Иногда автовладельцы и работники сервисов тоже являются виновниками поломки компрессорной части турбокомпрессора. При замене воздушного фильтра по неосмотрительности достаточно уронить во впускной патрубок маленькую шайбу, кусочек ветоши или бумаги, и аварийная замена турбины не заставит себя долго ждать.

Для турбинного колеса турбокомпрессора источниками серьезных неприятностей являются двигатель и система выпуска отработавших газов. Двигатель иногда "выстреливает" в турбину кусочками нагара, осколками поршня или клапана, а из выпускной системы в нее могут залетать частицы разрушившегося катализатора. И то, и другое губительно для турбины.

Причиной отказа турбокомпрессора может стать превышение допустимых режимов его работы. Речь идет, в первую очередь, о превышении предельной частоты вращения ротора, что сопровождается ростом передаваемой турбокомпрессором мощности и "перенаддувом" двигателя. Распространенный источник "перекручивания" турбины - резкое повышение температуры отработавших газов, обычно, вследствие неисправности системы топливоподачи.

Типовая технология ремонта турбокомпрессора

В данных рекомендациях приводится технология ремонта турбокомпрессоров без использования покупных металлических деталей. Поэтому к стандартным операциям технологии ремонта турбокомпрессора относятся следующие операции:

1. Проверка вала ротора на разрушение (при обломе вала турбокомпрессор не ремонтируется).
2. Снятие улиток турбокомпрессора.
3. Опрессовка на наличие подтекания масла (при отсутствии подтекания масла турбокомпрессор собирается и считается исправным).
4. Разборка.
5. Первичная дефектовка на возможность ремонта (визуальный осмотр)
6. Мойка.
7. Пескоструйная обработка крыльчатки и улитки турбины (при необходимости).

8. Дефектовка деталей турбокомпрессора.
9. Расточка отверстия среднего корпуса под втулки (при необходимости).
10. Углубление (расточка) канавок в отверстии среднего корпуса под стопорные кольца (при необходимости).
11. Расточка отверстия среднего корпуса под уплотнительные кольца (при необходимости).
12. Изготовление втулки для расточенного отверстия среднего корпуса под уплотнительные кольца (при необходимости).
13. Запрессовка и завальцовывание втулки (при необходимости).
14. Расточка и торцевание запрессованной втулки (при необходимости).
15. Правка вала ротора (при необходимости).
16. Шлифовка вала ротора (при необходимости).
17. Полировка вала ротора.
18. Расточка канавок под уплотнительные кольца на валу ротора (при необходимости).
19. Изготовление подшипников.
20. Изготовление уплотнительных (маслоотражательных) колец с последующей их термической обработкой.
21. Пайка и обработка упорного фланца (подшипника).
22. Балансировка ротора с колесом турбины в двух плоскостях турбины, балансировка ротора с колесом компрессора в двух плоскостях компрессора, балансировка ротора в сборе.
23. Сборка среднего корпуса (картриджа).
24. Балансировка ротора турбокомпрессора в сборе со средним корпусом (при возможности).
25. Испытание турбокомпрессора без улиток на подтекание масла.
26. Высверливание поломанных шпилек и нарезание резьбы на улитках (при необходимости). Установка улиток турбокомпрессора.
27. Испытание турбокомпрессора в сборе на давление наддува.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 4.1 Ознакомиться с целью работы, заданием при выполнении работы, подготовить форму отчета.
- 4.2 Произвести разборку турбокомпрессора на узлы и детали.
- 4.3 Произвести дефектацию узлов и деталей турбокомпрессора.
- 4.4 Устранить обнаруженные неисправности.
- 4.5 Произвести сборку турбокомпрессора.
- 4.6 Испытать турбокомпрессор.

5 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

5.1 Краткая техническая характеристика

модель турбокомпрессора _____

номер производителя автомобиля _____

номер производителя турбокомпрессора _____

5.2 Технологический процесс ремонта турбокомпрессора (описать технологический процесс ремонта (таблица 1))

Технологический процесс ремонта турбокомпрессора

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайфуллин Р.Н. Технология ремонта турбокомпрессоров Holset, BorgWarner, Schwitzer, Garrett, используемых на двигателях сельскохозяйственной техники.- Уфа: Изд-во БашГАУ, 2016.- 39 с.

2. Сайфуллин Р.Н. Технологии ремонта агрегатов сельскохозяйственной техники с использованием методов электроконтактной приварки порошковых материалов.- Уфа: Изд-во БашГАУ, 2009.- 40 с.

Приложение 1

Типовой технологический процесс ремонта турбокомпрессора

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
1.	<u>Контрольная</u> Проверить турбокомпрессор на наличие внешних повреждений и больших люфтов ротора, при их отсутствии испытать турбокомпрессор на стенде на подтекание масла	Стенд для испытания турбокомпрессоров	Набор ключей
2.	<u>Слесарная</u> Разобрать турбокомпрессор		Верстак ОРГ1468-01-060А; тиски слесарные ГОСТ 5698-51; набор ключей

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
3.	<p style="text-align: center;"><u>Моечная</u></p> <p>Промыть детали в растворе моющего средства «Лабомид-203» концентрации 20 г/л при температуре 80...90 °С; для очистки от нагара, лаковых и смолистых отложений промыть детали в расплаве солей при температуре 400 °С</p>	<p>Моечная машина ОМ-5299; машина для очистки в расплаве солей ОМ-4944</p>	<p>Контейнер цеховой; моющее средство «Лабомид-203»; расплав солей.</p>
4.	<p style="text-align: center;"><u>Дефектовочная</u></p> <p>Дефектовать детали турбокомпрессора.</p> <p>1. Проверить вал ротора на наличие изгиба (при величине биения более 0,005 мм – выполнить операцию 10)</p> <p>2. Определить износ канавок на роторе под уплотнительные кольца (при наличии износе – выполнить операцию 11)</p> <p>3. Определить износ опорных поверхностей вала ротора под подшипник (при наличии износа до 0,5 мм выполнить операцию 12)</p> <p>4. Определить износ отверстия среднего корпуса под подшипники (при наличии износа выполнить операцию 5)</p> <p>5. Определить износ отверстия среднего корпуса под уплотнительные кольца (при наличие износа выполнить операции 7...9)</p> <p>6. Определить износ упорного</p>		<p>Прибор для проверки деталей на биение в центрах ПБ-250; микрометр рычажный с точностью 0,002 мм МР02020 ГОСТ 4381-87; нутромер с точностью 0,002 мм ГОСТ 9244-75; микрометр рычажный с точностью 0,002 мм МР02020 ГОСТ 4381-87; микрометр рычажный с точностью 0,002 мм ГОСТ 4381-87.</p>

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
	фланца (при наличии износа выполнить операцию 16)		
5.	<u>Токарная</u> Расточить отверстие среднего корпуса под втулки подшипников до выведения износа	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец расточной
6.	<u>Токарная</u> Расточить углубления канавок в отверстиях среднего корпуса под стопорные кольца на глубину 0,5 мм	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец канавочный; нутромер рычажный
7.	<u>Токарная</u> Расточить отверстие среднего корпуса под уплотнительные кольца, точить втулку под данное отверстие	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец расточной, проходной упорный; сверло спиральное; штангенциркуль цифровой
8.	<u>Слесарная</u> Запрессовать и завальцевать втулку (из операции 7) под уплотнительные кольца	Пресс ГП-10-1М	Верстак слесарный; тиски слесарные ГОСТ 5698-51; керн
9.	<u>Токарная</u> Расточить до номинального размера и торцевать запрессованную втулку	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец проходной упорный, расточной; штангенциркуль цифровой
10	<u>Слесарная</u> Править вал ротора	Пресс ГП-10-1М	Прибор для проверки деталей на биение в центрах ПБ-250
11	<u>Токарная</u> Точить канавки на роторе турбокомпрессора под уплотнительные кольца до	Токарно-винторезный станок 16К20	Центр неподвижный; центр вращающийся; хомутик; резец канавочный

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
	выведения следов износа		
12	<u>Шлифовальная</u> Шлифовать опорные поверхности вала ротора до выведения следов износа	Шлифовальный станок 312М	Центр неподвижный; хомутик; абразивный круг Э40СМ2К5; микрометр; микрометр рычажный с точностью 0,002 мм МР02020 ГОСТ 4381-87
13	<u>Полировальная</u> Полировать опорные поверхности вала ротора	Шлифовальный станок 312М	Лента абразивная; эталон шероховатости
14	<u>Токарная</u> Изготовить втулки подшипников с гарантированным зазором 0,02...0,04 мм между валом ротора и отверстием в среднем корпусе	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец проходной упорный, расточной; сверло центровочное, спиральное, микрометр рычажный с точностью 0,002 мм МР02020 ГОСТ 4381-87
15	<u>Токарная</u> Изготовить уплотнительные кольца по размерам на рис. 23	Токарно-винторезный станок 16К20	Трехкулачковый патрон; резец проходной упорный, расточной; сверло центровочное, спиральное; штангенциркуль; микрометр
16	<u>Слесарная</u> Паять упорный фланец Обработать в ручную на шлифовальной круге	Паяльник на 100 Вт, электроплитка	Флюс Ф-38Н, припой ПОС60, баббит Б88
17	<u>Балансировочная</u> Балансировать вал ротора с колесом турбины в двух	Балансировочный станок	Круг шлифовальный

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
	плоскостях колеса турбины	СБРТ-1500; машина шлифовальная	
18	<u>Слесарная</u> Собрать вал ротора с маслоотражателем, колесом компрессора и гайкой специальной и затянуть ее при крутящем моменте 5...6 Н/м		Верстак слесарный; тиски слесарные ГОСТ 5698-51; набор ключей
19	<u>Балансировочная</u> Балансировать вал ротора в сборе: с маслоотражателем и колесом компрессора в двух плоскостях, на наружной поверхности гайки специальной, против риски на торце вала ротора, нанести риску	Балансировочный станок СБРТ-1500; машина шлифовальная	Круг шлифовальный
20	<u>Слесарная</u> Собрать турбокомпрессор		Верстак слесарный; тиски слесарные ГОСТ 5698-51; набор гаечных ключей
21	<u>Контрольная</u> Обкатать и испытать турбокомпрессор на обкаточном стенде. Давление наддува в зависимости от марки турбокомпрессора не должно выходить за рамки 0,14...0,2 МПа	Стенд для обкатки и испытания турбокомпрессоров	Набор ключей

Лабораторная работа № 6

2.6 Технология ремонта гидрооборудования ТнТТМО

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить способы выявления и устранения неисправностей гидрораспределителя.

1.2 Получить практические навыки по устранению основных неисправностей гидрораспределителя, а также по их испытанию на различных режимах и регулировке.

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Ознакомиться с оснащением рабочего места.

2.2 Произвести предварительную разборку гидрораспределителя, дефектовку деталей и устранить обнаруженные неисправности.

2.3 Собрать и испытать гидрораспределитель, на различных режимах работы.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В гидравлических системах тракторов и сельскохозяйственных машин применяются клапанно-золотниковые гидравлические распределители, которые служат для подачи рабочей жидкости от насоса к силовым цилиндрам и отвода ее из цилиндров в бак, а также для разгрузки насоса путем холостого перепуска рабочей жидкости в бак и предохранения всей системы от перегрузки. Гидрораспределители Р75, Р80, Р100, Р150, Р160 устанавливаются на тракторах, сельскохозяйственной технике, специальной дорожно-строительной технике и на ряде экскаваторов.

Анализ конструкторской и технологической документации показал, что самое сложное, точное и наиболее трудоемкое при изготовлении соединение, определяющее долговечность работы гидрораспределителя - это золотниковая пара. Допуск на диаметр отверстия корпуса и золотника гидрораспределителя составляет 0,004 мм при сохранении геометрических параметров (конусообразности, овальности, соосности). Отверстие корпуса и поверхность поясков золотника обрабатывают с технологическим допуском 0,08 мм с последующей разбивкой на 20 размерных групп при внутригрупповом допуске 0,004 мм. Большое число размерных групп усложняет организацию комплектовки и сборки на заводе-изготовителе и затрудняет последующий ремонт гидрораспределителей. Кроме того, золотниковые пары имеют конструктивный недостаток, в результате которого при установке золотника в положение «подъем» шестой его пояска выходит из корпуса. Это приводит к перекосу

золотника в отверстии и ускоряет износ деталей. Средний ресурс гидрораспределителей, в зависимости от степени загрязнённости масла, в условиях эксплуатации составляет 2000...3000 моточасов. Ресурсопределяющими деталями являются корпус, золотник и перепускной клапан. Характерные дефекты золотников: износ и отклонение геометрической формы, царапины и риски вдоль поясков, следы коррозии. Золотник изготавливают из стали 15Х с термообработкой до твердости HRC 56...63. Он изнашивается по поверхности рабочих поясков, сопрягаемых с отверстием корпуса. Корпус изготавливают из серого чугуна СЧ21 (ГОСТ 1412-85) с твердостью HB 1700...2400. В корпусах изнашиваются рабочие пояски отверстий под золотники, отверстие под перепускной клапан и его гнездо, наблюдается срыв резьбы и деформация привалочных плоскостей. Отверстия корпусов изнашиваются неравномерно в продольном и поперечном сечениях.

В таблице 1 представлен маршрут технологического процесса ремонта гидрораспределителей с восстановлением размеров изношенных поверхностей электроконтактной приваркой порошковых материалов.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 4.1 Ознакомиться с целью работы, заданием при выполнении работы, подготовить форму отчета.
- 4.2 Произвести разборку гидрораспределителя на узлы и детали.
- 4.3 Произвести дефектацию узлов и деталей гидрораспределителя.
- 4.4 Устранить обнаруженные неисправности.
- 4.5 Произвести сборку гидрораспределителя.
- 4.6 Испытать гидрораспределитель.

5 ОТЧЕТ О РАБОТЕ

5.1 Краткая техническая характеристика

модель гидрораспределителя _____

номер производителя автомобиля _____

номер производителя гидрораспределителя _____

5.2 Технологический процесс ремонта гидрораспределителя (описать технологический процесс ремонта (таблица 1))

Технологический процесс ремонта гидрораспределителя

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайфуллин Р.Н. Технологии ремонта агрегатов сельскохозяйственной техники с использованием методов электроконтактной приварки порошковых материалов.- Уфа: Изд-во БашГАУ, 2009.- 40 с.

2. Черноиванов В.И. Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. Изд. 2 - е, доп. и перераб. - М.: ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.

Таблица 1 - Технологический процесс ремонта гидравлических распределителей с круглыми золотниками

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
05	<u>Слесарная</u> Разобрать гидрораспределитель согласно техническим требованиям на капитальный ремонт		Верстак ОРГ1468-01-060А; тиски слесарные ГОСТ 5698-51; набор гаечных ключей
10	<u>Моечная</u> Промыть детали гидрораспределителя, внутренние полости продуть сжатым воздухом	Моечная ванна	Лабомид-101; МС-8; МС-18
15	<u>Дефектовочная</u> 1. Дефектовать детали согласно требованиям на капитальный ремонт ТК 70.0001.018-81 2. Метить детали золотниковых пар, не обезличивая сопряжения	Контрольный стол ОРГ 1468-01-060А; тиски ГОСТ 5698-51	
20	<u>Слесарная</u> Развернуть отверстия в корпусе гидрораспределителя до выведения следов износа и неправильной геометрической формы, рис. 3.1 – а	Верстак слесарный; тиски ГОСТ5698-51	Комплект разверток; удлинитель специальный
25	<u>Доводочная</u> Притереть каждое отверстие чугуном притиром в течение 3...5 минут до получения шероховатости по Ra не более 1,6 мкм	Вертикально-сверлильный станок	Притир чугунный; эльборовая паста ЛП М7-М5 ГОСТ 9206-80; индикаторный нутромер ГОСТ 868-80

№	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление и инструмент
			точностью 0,001 мм, эталоны шероховатости
30	<u>Электроконтактная</u> Приварить порошок ФБХ-6-2 на пояски золотника: $I=2,0...2,5$ кА, $t_{имп}=0,04...0,06$ с, $t_{п}=0,06...0,08$ сек, $n=1,4$ мин ⁻¹ , $F=800...1200$ Н, рис. 3.1 - б	Установка для электроконтактной приварки 011-1-02 «Ремдеталь»	Трехкулачковый патрон; центр вращающийся; бункер-дозатор цеховой
35	<u>Токарная</u> Точить торцы поясков золотника до устранения неровностей порошкового покрытия, рис. 3.1 - в		
40	<u>Шлифовальная</u> Шлифовать пояски золотника под размер отверстия корпуса, выдержав зазор 0...0,005 мм, рис. 3.1- г	Шлифовальный станок 312М	Центр неподвижный; хомутик; абразивный круг Э40СМ2К5; скоба рычажная с точностью 1 мкм ГОСТ 11098-75
45	<u>Полировальная</u> Полировать пояски золотника	Шлифовальный станок 312М	Лента абразивная; эталон шероховатости
50	<u>Слесарная</u> Собрать гидрораспределитель согласно техническим требованиям на капитальный ремонт ТК 70.0001.018-81	Верстак слесарный; тиски ГОСТ 5698-51	Набор гаечных ключей
55	<u>Контрольная</u> Контролировать соединение по гидроплотности согласно техническим требованиям на капитальный ремонт ТК 70.0001.018-81 (при давлении 7...10 МПа допустимые утечки не более 3 см ³ /мин)	Контрольно-испытательный стенд КИ 4815М	Контейнер цеховой; набор гаечных ключей

Лабораторная работа № 7

2.7 Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Освоить сущность, особенности и возможности автоматической наплавки под слоем флюса, применяемое оборудование, материалы, выбор режимов наплавки.

2 ЗАДАНИЕ

- Ознакомиться с правилами техники безопасности при автоматической наплавке под слоем флюса.
- Изучить сущность и особенности данного способа наплавки, устройство, принцип работы и настройку наплавочной установки.
- Выбрать марки электродной проволоки и флюса для наплавки заданной детали.
- Выбрать режимы наплавки.
- Наплавить деталь и проверить качество полученного металлопокрытия.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Наплавочная установка УД-209, сварочный выпрямитель ВДУ-506, электродная проволока диаметром 1,6...2,0 мм марок Св-08 (ГОСТ 2246-70), Нп-30, Нп-40, Нп-50, Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543-82), флюс АН-348А, АН-60 (ГОСТ 9087-81), АНК-18, АНК-19 (ТУ 14-1-1261-74), стальные цилиндрические образцы, детали диаметром 60...300 мм, молоток с острым бойком, штангенциркуль ШЦ-I...ШЦ-III, плоскогубцы, защитные очки, металлическая щетка, волосяная щетка, сито металлическое, тара для шлака, совок.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

- Перед началом работы убедиться в исправности наплавочной установки.
- Запрещается прикасаться к токоведущим частям установки, находящимся под током.
- Устанавливать и крепить деталь на станке для наплавки, а также снимать наплавленную деталь после ее охлаждения необходимо при отключенном напряжении питающей сети.
- Во время наплавки сварочная дуга должна быть постоянно закрыта слоем флюса, не допускающего появления светового излучения.
- Очищать наплавленный слой металла от шлаковой корки в защитных очках.
- Наплавщик должен работать в брезентовом костюме или фартуке и головном уборе, под ногами у него должен быть резиновый коврик.
- При наплавке должна быть включена местная вытяжная вентиляция.
- У рабочего места не должно быть легко воспламеняющихся материалов.

5 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сущность автоматической наплавки под слоем флюса состоит в том, что электрическая дуга 2 (рисунок 1) между деталью 1 и голой электродной проволокой 6 горит внутри эластичной шлаковой оболочки 3, образованного расплавлением непрерывно подаваемого из бункера 4 гранулированного флюса, которая:

- защищает расплавленный металл от вредного воздействия кислорода и азота окружающего воздуха;
- не только способствует уменьшению выгорания из него углерода и других элементов, но и легирует наплавленный слой металла;
- уменьшает теплоотвод в окружающую среду, тем самым увеличивая время нахождения металла в жидкой фазе, что позволяет всплыть из сварочной ванны пузырькам газа и частицам шлака;
- уменьшает потери металла на разбрызгивание;
- улучшает формирование наплавленного слоя.

При использовании кремне-марганцовистых плавящихся флюсов шлаковая оболочка является также раскислителем и восстанавливает окиси железа.

По мере вращения цилиндрической поверхности или прямолинейного перемещения плоских поверхностей при наплавке металл сварочной ванны и жидкий шлак затвердевают. Последний образует на наплавленном металле 11 шлаковую корку 10, которую постоянно отбивают в процессе наплавки заостренным молотком. Нерасплавившуюся часть флюса после просеивания используют повторно. Электродная проволока 6 подается в кассеты 8 в зону горения дуги, подающим механизмом 7 по направляющему мундштуку 5. Ток от одного полюса («+» анода) источника 9 подключают к электродной проволоке 6, от другого («-» катода) - через щеточное устройство и патрон станка к наплавляемой детали 1 (обратная полярность).

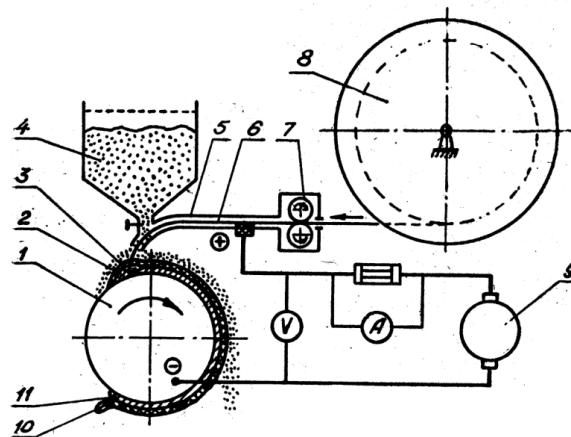


Рисунок 1 Схема автоматической наплавки под слоем флюса:

- 1 - деталь; 2 - электрическая дуга; 3 - оболочка из жидкого шлака; 4 - бункер с флюсом; 5 - мундштук; 6 - электродная проволока; 7 - механизм подачи электродной проволоки; 8 - кассета; 9 - источник тока; 10 - шлаковая корка; 11 - наплавленный металл.

Под автоматизацией процесса в наплавочных работах подразумевается автоматическое регулирование длины дуги в заданных пределах. При использовании источника тока с плогопадающей вольтамперной характеристикой поддержание длины дуги обеспечивается автоматическим регулированием тока, который при такой характеристике изменяется обратно пропорционально сопротивлению дуги, зависящей от её длины. Источники тока с жесткой вольтамперной характеристикой не дают такую возможность, в этом случае длину дуги необходимо регулировать автоматическим изменением скорости подачи электродной проволоки.

Достоинства, недостатки и область применения автоматической наплавки под слоем флюса

Достоинства:

- обеспечение получения качественного (плотного, без пор и раковин) наплавленного слоя металла;
- производительность в 6...10 раз выше, чем при ручной электродуговой сварке и наплавке, т.к. повышенная плотность тока и скорость наплавки;
- расход энергии примерно 3 кВт·ч/кг наплавленного металла (6...7 кВт·ч/кг – при ручной наплавке);
- потери металла на разбрызгивание - 1...3% (25...30% при ручной наплавке);
- возможность легирования через состав флюса;
- более благоприятные условия работы сварщика (отсутствие открытой дуги и излучения).

Недостатки:

- значительный нагрев детали, вызывающий коробление;
- возможность наплавки деталей диаметром не менее 50...60 мм из-за:
- сильного нагрева детали (маленькое сечение для теплоотвода);
- трудности удержания на поверхности малого диаметра расплавленного металла и шлака;
- потребность во флюсе, удорожающая стоимости восстановления.

Область применения:

- восстановление цилиндрических и плоских поверхностей, имеющих большие износы (опорные катки, поддерживающие ролики, направляющие колеса, звенья гусениц и башмаки, различные шлицевые валы и др.);
- восстановление ответственных деталей с малым износом (коленчатые и распределительные валы, валы коробок передач).

6 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6.1 Выбор электродной проволоки и флюса

Марки электродной проволоки и флюса следует выбрать с учетом требуемой твердости восстанавливаемой поверхности заданной детали, руководствуясь данными приложения 1.

При недостаточной твердости наплавленного металла в технологии восстановления детали необходимо предусмотреть операцию термообработки.

Диаметр электродной проволоки принимается в пределах $d_{пр} = 1,6 \dots 2,0$ мм.

6.2 Выбор режимов наплавки заданной детали

Параметры режима наплавки подставляются в формулы без изменения размерностей.

Требуемая толщина наплавленного слоя металла для восстановления заданной детали должна равняться (см. рисунок 2) в мм:

$$h = I/2 + z_1 + z_2, \quad (1)$$

где I - износ детали, мм,

$$I = d_{ном} - d_{изн}, \quad (2)$$

где $d_{ном}$ – номинальный размер, мм, принимается по чертежу детали,

$d_{изн}$ – диаметр изношенной детали, мм, определяется измерением с помощью штангенциркуля;

z_1 – односторонний припуск на механическую обработку перед покрытием, мм, $z_1 = 0,1 \dots 0,3$ мм;

z_2 - односторонний припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм, для наплавки под слоем флюса $z_2 = 0,8 \dots 1,1$ мм.

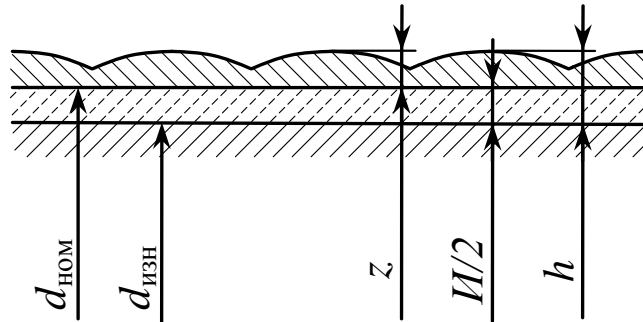


Рисунок 2 К расчету толщины наплавленного слоя металла:

$d_{ном}$ – номинальный диаметр детали, мм; $d_{изн}$ – диаметр изношенной поверхности детали, мм; $I/2$ - износ детали на сторону, мм; h – толщина наплавленного слоя металла (высота наплавленных валиков), мм.

При выборе режима наплавки можно воспользоваться следующими эмпирическими формулами и рекомендациями.

Наплавка производится на постоянном токе обратной полярности.

Сварочный ток, А:

$$I = 40\sqrt[3]{d}, \quad (3)$$

где d – диаметр наплавляемой детали (образца), мм;

Напряжение на дуге, В:

$$U_d = 21 + 0,04 \cdot I; \quad (4)$$

Коэффициент наплавки, г/(А·ч):

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \frac{I}{d_{np}}; \quad (5)$$

Скорость наплавки, м/ч:

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}; \quad (6)$$

Частота вращения детали, мин⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d}; \quad (7)$$

Скорость подачи проволоки, м/ч:

$$V_{np} = \frac{4\alpha_n I}{\pi d_{np}^2 \gamma}; \quad (8)$$

где γ — плотность наплавленного металла, г/см³, $\gamma = 7,85$ г/см³;

d — диаметр детали, мм;

Шаг наплавки, мм:

$$S = (2,0 \dots 2,5) d_{np}; \quad (9)$$

Вылет электродной проволоки, мм:

$$\delta = (10 \dots 15) d_{np}; \quad (10)$$

Смещение электрода от зенита, мм:

$$l_3 = (0,05 \dots 0,07) d. \quad (11)$$

Ориентировочные режимы наплавки можно выбрать, пользуясь приложениями 2 и 3. По рассчитанной V_{np} подобрать сменные шестерни наплавочного головки, пользуясь приложением 4.

Выбранные значения параметров режима наплавки записать в отчете.

6.3 Выбор режимов наплавки заданной детали

Норма времени на выполнение наплавочных работ под слоем флюса и другими механизированными способами наплавки (T_n) складывается из следующих элементов затрат времени:

$$T_n = T_o + T_{вс} + T_{доп} + T_{пз}/n, \quad (12)$$

где T_o - основное время определяется по следующей формуле:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_n \cdot S}$$

где l - длина наплавляемой поверхности детали, мм;

n - количество наплавляемых деталей в партии, шт, в учебных целях можно принять 7...22 шт.

$T_{вс}$ — вспомогательное время наплавки (в учебных целях для

механизированных способов наплавки принимается равным 2—4 мин.);

$T_{доп}$ — дополнительное время определяется по следующей формуле:

$$T_{доп} = (T_0 + T_{вс}) \cdot K$$

где $K = 10 - 14\%$ (10)

где $K = 10 - 14\%$ - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$T_{пз}$ - принимается (в учебных целях) равным 16 - 20 мин.

6.4 Порядок работы на наплавочной установке:

- подготовить деталь к наплавке (очистить от ржавчины, масла и т.д.);
- наполнить бункер флюсом, предварительно просеяв его через сито;
- закрепить на кронштейне кассету с намотанной электродной проволокой, конец проволоки заправить через ролики подающего механизма в мундштук;
- закрепить на станке восстанавливаемую деталь;
- при помощи механизмов подъема и перемещения головки подвести мундштук с электродной проволокой к детали, обеспечив принятые значения вылета электрода из мундштука и его смещения с зенита;
- настроить станок на требуемое число оборотов детали регулятором на пульте управления и шаг наплавки подбором сменных шестерен (приложение 5);
- подобрав сменные шестерни головки, установить требуемую скорость подачи электродной проволоки (приложение 4);
- включить рубильник электроцита лаборатории, автомат наплавочной установки и сварочный выпрямитель;
- открыть заслонку бункера и нажатием кнопки на пульте управления одновременно включить вращение детали (направление вращения по часовой стрелке, если смотреть на торец детали со стороны задней бабки станка), подачу электродной проволоки и сварочную цепь (при этом возбуждается дуга и начинается процесс наплавки); для получения ровных краев наплавленного участка детали продольную подачу включить после наплавки первого валика и выключить перед наплавкой последнего, шлаковую корку с поверхности детали в процессе наплавки удалять легкими ударами молота;
- после наплавки последнего (кольцевого) валика выключить установку для чего нажатием кнопки культа управления одновременно выключить подачу электродной проволоки, сварочный ток, вращение детали, затем прекратить подачу флюса, выключить сварочный преобразователь, шкаф управления, рубильник электроцита и снять со станка наплавленную деталь.

Качество наплавленной поверхности детали проверить визуальным осмотром. Она должна быть сплошной, сравнительно ровной, без наплывов, пор и шлаковых включений.

После выполнения задания убрать рабочее место.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве /Под ред. В.И.Черноиванова / Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992с.
3. Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудования /Под ред. В.Е.Канарчука - М.: Транспорт, 1995. – 303с.
4. Практикум по ремонту машин / Под ред. Пучина Е.А. - М.: Колос, 2009. –336 с.
5. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей – М.: Академия, 2002. – 496 с.

Приложение 1 Твердость наплавленного металла

Марка электродной проволоки	Марка флюса	Средняя твердость, HRC
Св – 08	АН – 348А	16
	АН – 60	18
	АНК – 18	43
	АНК – 19	53
Св – 08Г2С	АН – 348А	20
	АН – 60	30
	АНК – 18	45
Нп – 30	АН – 348А	19
Нп - 40	АН – 348А	20
Нп – 50	АН – 348А	21
Нп – 65	АН – 348А	26
Нп – 80	АН – 348А	32
Нп – 30ХГСА	АН – 348А	32
	АН - 60	44

Приложение 2 Режимы наплавки в зависимости от диаметра детали

Диаметр детали d, мм	Сварочный ток I, А	Напряжени е дуги U _д , В	Скорость наплавки V _н , м/ч	Шаг наплавки S, мм	Диаметр эл. проволоки d _{пр} , мм	Толщина наплавленно го слоя h, мм
50...60	140...150	26...28	16...24	3	1,6	1,5...2,0
65...75	170...180	26...28	16...28	3...5	1,6	1,8...2,5
80...100	180...200	28...30	16...32	4...5	2,0	2,5...3,5
150...200	220...250	30...32	16...36	5...6	2,2	3,0...5,0
250...300	250...280	30...32	16...36	6...7	2,2	3,0...5,0

Приложение 3 Скорость подачи электродной проволоки в зависимости от сварочного тока

Скорость подачи электродной проволоки $V_{пр}$, м/ч	Сварочный ток $I_{св}$ при диаметре электродной проволоки, А		
	$d_{пр}=1,6$ мм	$d_{пр}=2,0$ мм	$d_{пр}=3,0$ мм
76,6	140...150	180...200	340...360
87,3	150...160	210...230	370...400
99,5	160...180	240...260	410...450
113,0	170...190	260...280	460...480
128,0	190...220	280...300	480...510
144,0	210...230	300...320	520...550
163,0	230...250	3200...340	
184,0	250...270	340...360	
208,0	270...290	350...380	

Приложение 4 Подбор сменных шестерен наплавочной головки установки УД-209 для регулирования скорости подачи электродной проволоки

Число зубьев сменных шестерен		Скорость подачи электрода $V_{пр}$, м/ч при диаметре подающего ролика	
ведущей (с)	ведомой (d)	50 мм	60 мм
18	40	113	136
20	40	129	155
24	36	171	206
26	34	198	236
30	30	257	308
32	28	300	360
34	26	334	400

Приложение 5 Подбор сменных шестерен установки УД-209 для регулирования шага наплавки

Число зубьев сменных шестерен		Шаг наплавки S , мм/об
ведущей (a)	ведомой (b)	
66	42	12,6
64	44	11,6
60	48	10,0
58	50	9,3
56	52	8,6
52	56	7,4
50	58	6,9
48	60	6,4

Лабораторная работа № 8

2. Восстановление деталей электроконтактной приваркой металлического слоя

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Закрепить знания о физической сущности и технологических возможностях электроконтактной приварки (ЭКП) металлического слоя.

1.2. Изучить оборудование для ЭКП и получить практические навыки работы на нем.

1.3. Освоить технологию и выбор режима восстановления деталей ЭКП.

2 ЗАДАНИЕ

2.1 Ознакомиться с правилами техники безопасности при выполнении работы

2.2 Изучить устройство, принцип работы, настройку и порядок пуска в работу установки ЭКП.

2.3 Выбрать присадочный материал и рассчитать режим ЭКП для заданной детали.

2.4 Приварить на поверхность детали (образца) полосы лент с разным содержанием углерода, шлифовать образец, измерить поверхностную твердость наплавленных участков.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Установка 011-1-0211 для восстановления деталей электроконтактной приваркой ленты, компрессор, стальные цилиндрические образцы 20...50 мм, стальные ленты толщиной 0,3... 1,0 мм с различным содержанием углерода. Твердомер Виккерса ТП-1 или ТП-2, ножницы по металлу, штангенциркуль 0... 125 мм, плоскогубцы, наждачная бумага, бензин или ацетон, ветошь.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Установка должна быть надежно заземлена.

4.2 Перед началом работы студент должен изучить конструкцию установки и приспособлений, назначения рукояток управления.

4.3 Включение и работа на установке разрешается только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

4.4 При работе на установке запрещается:

- касаться электропроводки и корпусов работающих электродвигателей;
- измерять размеры детали при работе установки;
- облокачиваться на установку;
- оставлять инструменты или другие предметы на установке.

5 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Сущность электроконтактной приварки металлического слоя заключается в совместном деформировании привариваемого присадочного материала в виде ленты толщиной 0,4-0,5мм, проволоки диаметром до 2,0мм или металлического порошка и поверхностного слоя металла основы, нагретых в очаге деформации до пластического состояния, мощными короткими (0,02...0,08с) импульсами тока (10..20кА). Деформация привариваемого металла за цикл составляет 40...50%.

Производительность при ЭКП доходит до 100см²/мин. Толщина наращиваемого слоя 0,1..1,5 мм.

Основное преимущество этого способа состоит в том, что сварка проходит при небольшой глубине плавления и малом тепловом воздействии на деталь (не более 0,3мм).

К недостаткам можно отнести ограниченность толщины наплавленного слоя и сложность установки.

Принципиальные схемы электроконтактной приварки проволоки (ленты) или порошка приведены на рисунках 1 и 2.

При электроконтактной приварке ленты, проволоки (рисунок 1), ток большой силы от трансформатора 5 подается на деталь 3 и на присадочную проволоку (ленту) 2 через изготовленный из меди наплавляющий ролик 1. Специальным прерывающим устройством или с помощью мощных конденсаторов ток подается кратковременными импульсами, вызывающими разогрев присадочной проволоки (ленты) и детали в месте контакта, расплавление их поверхностных слоев и сваривание. Этому способствует также и ролик, который прижимает проволоку (ленту) к детали, пластически деформирует ее и формирует валик. Усилие прижатия ролика для ленты 1,3-1,6 кН.

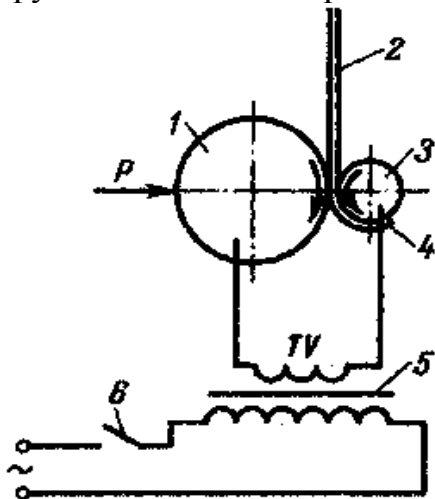
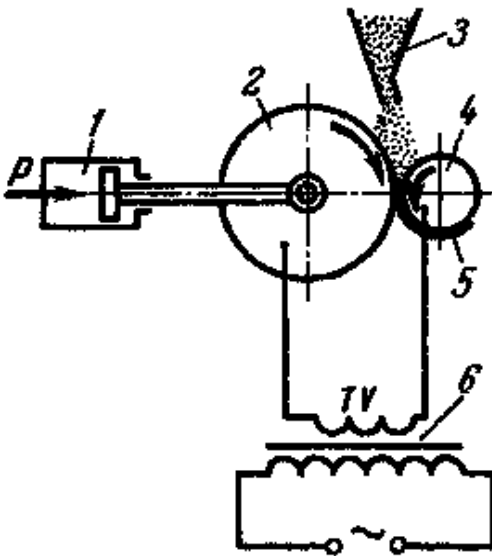


Рисунок 1 Схема электроконтактной приварки проволоки или ленты:

- 1- прижимной электрод-ролик;
 - 2- присадочная проволока или лента;
 - 3- восстанавливаемая деталь;
 - 4 - приваренный слой;
 - 5 - трансформатор;
 - 6 - прерыватель.
- P - прижимное устройство.

При напекании металлических порошков (рисунок 2), к месту контакта ролика с деталью подается порошок. Сразу после начала подачи порошка ролик прижимается к детали с усилием 0,75 -1,2кН на сантиметр ширины ролика. Одновременно включается напряжение. Под действием тока (2500...3500А на сантиметр ширины электрода при

напряжении 0,1...1,2В) металлический порошок и поверхностный слой детали нагреваются до температуры 1000...1300 градусов.



Раскаленные частицы порошка спекаются между собой и с деталью. Толщина слоя за один проход зависит от диаметров прижимающего ролика и детали и колеблется в пределах 0,3-1,5мм. Скорость напекания порошковых материалов 0,17...0,25 м/мин.

Рисунок 2 Схема электроконтактного напекания металлических порошков: 1-пневмоцилиндр; 2-прижимной электрод-ролик; 3-металлический порошок; 4-восстанавливаемая деталь; 5- напеченный слой; 6-трансформатор;

Параметры, определяющие режим приварки ленты следующие:

- 1) электрические параметры: сила сварочного тока, длительность сварочного цикла (продолжительность импульсов и пауз).
- 2) механические параметры: частота вращения детали, продольная подача электродов, усилие сжатия электродов.

Технологический процесс восстановления деталей ЭКП ленты включает следующие операции:

- 1) Подготовка ленты (проволоки) или порошка.
- 2) Подготовка детали.
- 3) Приварка ленты (проволоки), порошка..
- 4) Механическая обработка приваренного слоя.

Для ЭКП используется лента из углеродистых и легированных сталей. Приваренный слой металла должен быть близок по химическому составу к материалу детали, и иметь твердость, указанную в технических условиях на восстановленную деталь.

При ЭКП проволоки используют проволоки сплошного сечения Св-08, Св-08ГС, Св-08Г2С, НП-30ХГСА и др., порошковые проволоки ПП-АН-10, ПП-АН-128.

Для приварки порошковых материалов используют сплавы ПХ20Н80, ФБХ-6-2 и др. и самофлюсующиеся порошки ПГ-10-01, ПГ-СР-2 и др.

Для восстановления резьбы применяют проволоки из малоуглеродистых сталей.

Толщина ленты выбирается в зависимости от величины износа детали с учетом припуска на обработку. Длина заготовки должна быть равна длине окружности восстанавливаемой поверхности. При этом зазор в стыке допускается не более 0,5мм. Ширина заготовки принимается на 1-2мм меньше ширины восстанавливаемой поверхности.

Подготовка ленты заключается в вырезке из рулона полосы с размерами, равными размерам восстанавливаемой поверхности, протирке ее ветошью, смоченной в ацетоне или бензине, для удаления масляных и других загрязнений, а при необходимости (наличии ржавчины) с помощью наждачной бумаги очищают поверхность детали.

Восстанавливаемую деталь очищают, обезжиривают, исправляют центровые отверстия и шлифуют до диаметра меньше номинального на $0,15 \dots 0,3$ мм.

Таблица 1 Зависимость твердости приваренного слоя от материала ленты

Сталь	20	40	45	55	40X	65Г
Твердость HRC	30...35	40...45	45...50	50...55	55..60	60...65

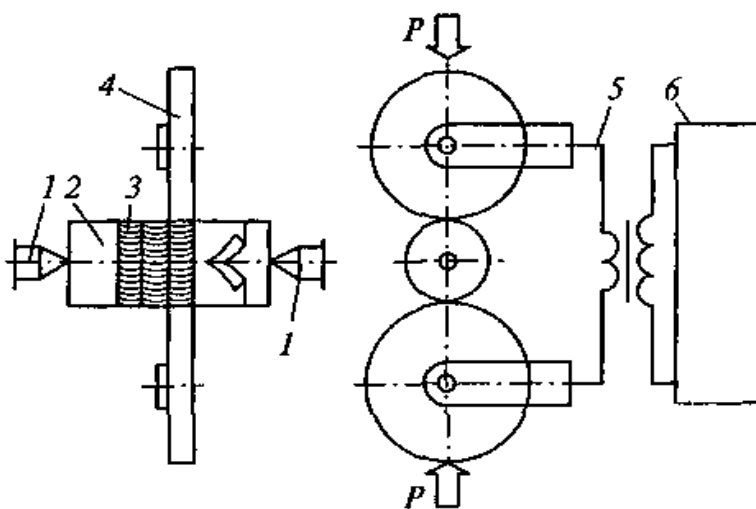


Рисунок 3 Схема электроконтактной приварки ленты на установке 011-1-02Н: 1-центр; 2-восстанавливаемая деталь; 3-лента; 4-ролик; 5-трансформатор; 6 – прерыватель тока; P-прижимное устройство.

Определение режимов наплавки

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварных точек на 1 см длины сварного шва.

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм.

Сила сварочного тока, кА - $16,1 \dots 18,1$.

Длительность сварочного цикла, с - $0,04 \dots 0,08$.

Длительность паузы, с - $0,1 \dots 0,12$.

Подача сварочных клещей, мм/об – $3 \dots 4$.

Усилия сжатия электродов, кН - $1,30 \dots 1,60$.

Ширина рабочей части сварочных роликов, мм - 4.

Скорость наплавки, $3 \dots 4$ м/мин.

Порядок выполнения работы:

1. Закрепить образец в патроне и поджечь центром задней бабки;
2. Включить электропитание установки;
3. Включить компрессор;

4. Включить подачу охлаждающей воды;
 5. Настроить регулятор цикла сварки РЦС - 506 на требуемую величину тока, длительность импульсов и пауз;
 6. Настроить по манометру пневматической системы давление электродов;
 7. Настроить частоту вращения детали (шпинделя);
 8. Настроить продольную подачу тележки;
- ВНИМАНИЕ!** Медные электроды подводить к детали и отводить от нее только при выключенном токе!

9. Приварить ленту в следующей последовательности:

9.1 Приварить один конец ленты в 2-3 точках по ее ширине к поверхности образца, для чего приложить ленту касательно к последней, при приварке в каждой точке сомкнуть электроды, нажав кнопку «Клещи», и включить ток на 1...2 с, нажав кнопку «Сварка» развести электроды;

9.2 Перемещением тележки совместить плоскость расположения электродов с серединой ширины ленты, сомкнуть электроды и, включив вращение шпинделя, не включая тока, прокатать ленту за 1 оборот шпинделя; при подходе стыка концов ленты под электрод включить вращение шпинделя, кратковременно включить ток, разомкнуть электроды (второй конец ленты приварить также в 2-3 точках);

9.3 Перемещением тележки подвести электроды к левой кромке ленты, сомкнуть электроды; включить вращение шпинделя, ток; через 1 оборот образца включить продольную подачу и произвести сплошную приварку ленты по спирали; последний оборот образца произвести при выключенной продольной подаче;

9.4 Выключить установку, нажав кнопку «Стоп»;

9.5 Выключить электропитание установки, компрессор.

10. Снять деталь;

Механическая обработка наваренных поверхностей осуществляется на станках 3М132, 3М152 и др. Припуск на механическую обработку 0,1...0,2 мм.

После выполнения работы привести в порядок рабочее место.

Таблица 3 Ориентировочный режим приварки ленты толщиной 0,4 мм.

Диаметр детали, мм	Частота вращения детали, мин ⁻¹	Подача, мм/об	Ток, кА	Продолжительность, с		Усилия сжатия электродов, кН	Расход охлаждающей жидкости л/мин
				импульсов	пауз		
15	8...15	4...5	4,0...5,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
20	7...12	4...5	4,0...5,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
30	6...10	4...5	5,5...6,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
40	5...9	4...5	5,5...6,0	0,06	0,12	2...3	1,5...2,0
50	4...8	4...5	5,8...6,5	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
60	5...7	5...6	7,0...7,5	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
70	4...6	5...6	7,0...7,8	0,06	0,10	2...3	1,5...2,0
80	3...5	5...6	7,0...8,0	0,08	0,10	2...3	1,5...2,0
100	3...4	5...6	7,5...8,2	0,08	0,10	2...3	1,5...2,0

Таблица 2 Техническая характеристика установки 011-1-02Н

Напряжение питающей сети, В	380
Максимальная потребляемая мощность, кВт	75,6
регулирование тока наплавки, кА	1...15
регулирование длительности импульсов тока, с	0,02...7
регулирование длительности пауз, с	0,015...2,5
Вращение шпинделя (привод тиристорный), мин ⁻¹ .	0,6...15.
Перемещение суппорта (привод тиристорный), м/с.	0,00015...0,007
Усилия сжатия сварочных клещей, Н	1000...3000
Сварочные ролики – электроды, диаметр* ширина, мм.	160*4
Охлаждение установки	Водяное
Диаметр наплавляемой детали, мм.	20...200
Наибольшая длина наплавляемой детали, мм.	1000
Толщина привариваемой ленты, мм	0,3...1,0
Максимальная производительность, см ² /мин	60
Габаритные размеры:	2606*1140*980
Масса, кг	980

*Приведенные в таблице режимы требуют корректировки при восстановлении конкретных деталей.

Частоту вращения детали, норму времени на наплавку рассчитывают аналогично расчету этих параметров при наплавке под слоем флюса.

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

- 6.1 Сущность ЭКП проволоки (ленты) и порошковых материалов.
 - 6.2 Схемы ЭКП проволоки (ленты) и порошковых материалов
 - 6.3 Схема и техническая характеристика установки для ЭКП.
 - 6.4 Технология восстановления деталей ЭКП.
 - 6.5 Выбор присадочного материала и параметры режима ЭКП ленты для заданной детали (образца).
 - 6.6 Результаты измерения твердости приваренного слоя ленты.
- Выводы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве/ под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Академия, 2013. - 459 с.
2. Надежность и ремонт машин./ Под ред. В.В. Курчаткина./ – М.: Колос, 2000. с. 229-234.
3. Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование.- М.: Транспорт, 1995. с.166-171.

4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ОБРАБОТАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ОБЪЕМНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Ниже приводится описание условий работы некоторых характерных деталей тракторов и автомобилей. Эти примеры охватывают практически все виды нагружений различных деталей тракторов, автомобилей и других машин.

При выполнении домашнего задания, пункта «Анализ условий работы деталей» можно использовать описание условий работы аналогичных деталей, приведенное ниже.

4.1 Кривошипно-поршневой узел (рисунок 4.1) двигателя внутреннего сгорания служит для преобразования поступательно-возвратного движения поршня в цилиндре двигателя во вращательное движение коленчатого вала с помощью кривошипно-шатунного механизма.

В кривошипно-поршневой узел входят: поршень с поршневыми кольцами, поршневой палец, шатун с втулкой и вкладышами, коленчатый вал.

Поршни работают в условиях высоких тепловых циклических нагрузок. Их изготавливают из деформируемых и литейных алюминиевых сплавов.

Поршневой палец служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. При работе поршневой палец подвергается воздействию больших механических нагрузок, переменных по значению и направлению, поэтому он должен быть прочным и жестким. Кроме этого поршневой палец должен быть износостойчивым. Для получения твердого износостойкого верхнего слоя металла пальца и вязкой сердцевины, способной работать в условиях ударных нагрузок, палец подвергают поверхностной упрочняющей обработке. Если палец изготовлен из малоуглеродистой стали его подвергают цементации или нитроцементации, если из среднеуглеродистой – поверхностной закалке с нагревом токами высокой частоты, для уменьшения трения наружная поверхность пальцев полируется.

Шатун соединяет поршень с коленчатым валом и передает усилия, действующие на поршень коленчатому валу. Шатун должен быть прочным, жестким и легким. Он имеет верхнюю и нижнюю цилиндрические головки, в отверстиях которых устанавливаются бронзовые втулки и вкладыши подшипников скольжения, стержень двутаврового сечения. При работе шатуны подвергаются нагрузке вдоль оси, а также поперечной изгибающей нагрузке от сил инерции. Эти нагрузки знакопеременны и носят ударный характер, поэтому шатуны должны обладать высокой усталостной и динамической прочностью. Шатуны штампуют из качественной и высококачественной углеродистой или легированной стали и подвергают термообработке. Такие же требования по прочности предъявляют к **шатунным болтам**, крепящим нижнюю крышку шатуна.

Коленчатый вал воспринимает через шатун усилия, действующие на поршни и передает их механизмам трансмиссии. От него приводятся в действие и различные механизмы двигателя.

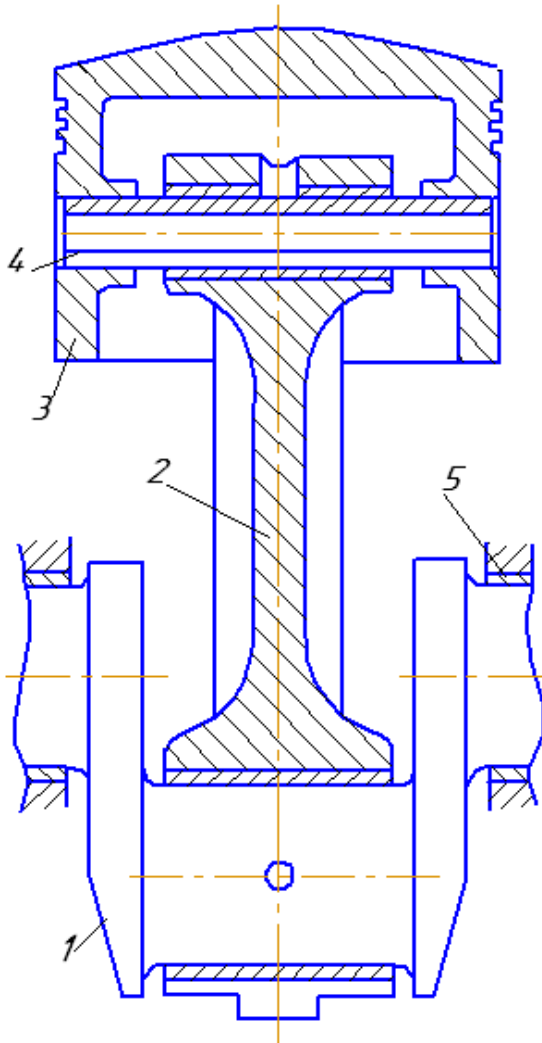


Рисунок 4.1 Кривошипно-поршневой узел двигателя

1-коленчатый вал, 2-шатун, 3-поршень, 4-поршневой палец, 5-подшипник скольжения коренной шейки коленчатого вала.

При работе двигателя коленчатый вал нагружен периодически действующими силами от давления газов (передаваемых через шатун) и силами инерции обратно – поступательного движущихся и вращающихся частей. Под действием этих сил в коленчатом вале возникают циклически меняющиеся напряжения кручения и изгиба. Между поверхностями шеек вала возникают силы трения, вызывающие износ шеек. Вследствие того, что коленчатый вал подвергается много-кратным знакопеременным нагрузкам его служебная долговечность определяется прежде всего усталостной (циклической) прочностью (выносливостью).

Коленчатые валы штампуют из качественных углеродистых и низколегированных улучшаемых сталей или отливают из магниевых чугуна. Для повышения твердости и износостойкости коренные и шатунные шейки стальных валов подвергают поверхностной закалке токами высокой частоты.

4.2 Клапанный механизм распределения (рисунок 4.2) обеспечивает впуск в цилиндры горючей смеси и выпуск отработанных газов.

Клапаны работают в условиях значительных механических и тепловых нагрузок. При поступательно-возвратном движении, клапана на его стержень и тарелку действуют циклические растягивающие нагрузки, конусный пояс тарелки, поверхность стержня в направляющей втулке и торец стержня подвергаются трению и изнашиванию. Во время работы двигателя впускные клапаны нагреваются до 300...400, а выпускные до 400...900. Клапаны изготавливают штамповкой из сталей удовлетворяющих следующим требованиям: достаточная прочность, твердость и износостойкость при высоких

тарелку действуют циклические растягивающие нагрузки, конусный пояс тарелки, поверхность стержня в направляющей втулке и торец стержня подвергаются трению и изнашиванию. Во время работы двигателя впускные клапаны нагреваются до 300...400, а выпускные до 400...900. Клапаны изготавливают штамповкой из сталей удовлетворяющих следующим требованиям: достаточная прочность, твердость и износостойкость при высоких

температурах; хорошая сопротивляемость термической и механической усталости; высокая окалиностойкость (для выпускных клапанов).

По конструкции клапаны бывают цельными, сварными, с наплавкой специальным сплавом. Для впускных клапанов применяют конструкционные легированные или жаропрочные стали. Выпускные клапаны изготавливают из жаропрочных сталей различных марок (в зависимости от рабочих температур).

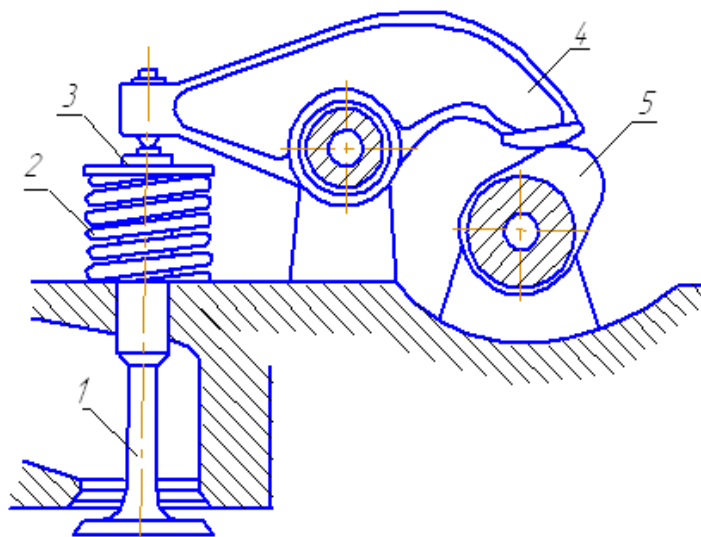


Рисунок 4.2 Клапанный механизм газораспределения

1-клапан, 2-пружина клапана, 3-направляющая втулка, 4-коромысло, 5-кулачек распределительного вала

Требуемые свойства клапанов достигаются термической обработкой.

Пружины клапанов испытывают при работе циклические напряжения расширения и сжатия. Для изготовления пружин применяют углеродистую и легированную конструкционную сталь высокой прокаливаемости. Пружины после термической обработки должны обладать высокими значениями пределов упругости и усталостной прочности при достаточной вязкости. Для повышения выносливости и долговечности пружина после термической обработки может подвергаться поверхностному наклепу путем дробеструйной обработки.

Коромысла клапанов работают в условиях высоких удельных нагрузок, а именно поверхность, соприкасающаяся с кулачком распределительного вала, которая испытывает сильное трение.

Коромысла изготавливают штамповкой из углеродистых конструкционных сталей а также литьем из ковкого перлитного чугуна.

Распределительные валы при помощи кулачков через коромысла открывают и закрывают клапана. Поверхность кулачков испытывает при вращении вала сильное трение и изнашивание в условиях больших контактных нагрузок и при недостатке смазки, которая выдавливается из зоны контакта между кулачком и коромыслом. В результате в зоне контакта происходит кратковременный нагрев, достигающей температуры 300...600С, что может вызвать изменение структуры и снижение твердости, а также термическую усталость металла. Опорные шейки распределительных валов также подвергаются изнашиванию при трении в подшипниках скольжения, а сами валы испытывают нагрузки изгиба и кручения.

Распределительные валы изготавливают из конструкционных углеродистых улучшаемых или легированных цементируемых сталей, а также литьем из стали или чугуна. Применяются такие чугунные валы с отбеленными кулачками, не требующие термической обработки.

4.3 Коробка передач преобразует крутящий момент по величине и направлению для подачи его от двигателя к ведущему мосту автомобиля или трактора. Механическая коробка передач состоит из шестерен, валов с опорами и уплотнениями, механизма переключения передач. Шестерни, валы, подшипники (рисунки 4.3 и 4.4) коробок передач несут большие нагрузки.

Шестерни коробок передач при работе испытывают ударные нагрузки, а поверхность зубьев – трение при больших контактных нагрузках. Шлицы посадочных отверстий шестерен испытывают сминающие нагрузки, а у шестерен, перемещаемых по валам также сминающие и изнашивание. Изнашиванию подвергаются поверхность кольцевых выточек шестерен, в которые входят вилки переключения и концы вилок. Шестерни коробки передач изготавливают штамповкой из легированных конструкционных цементируемых сталей.

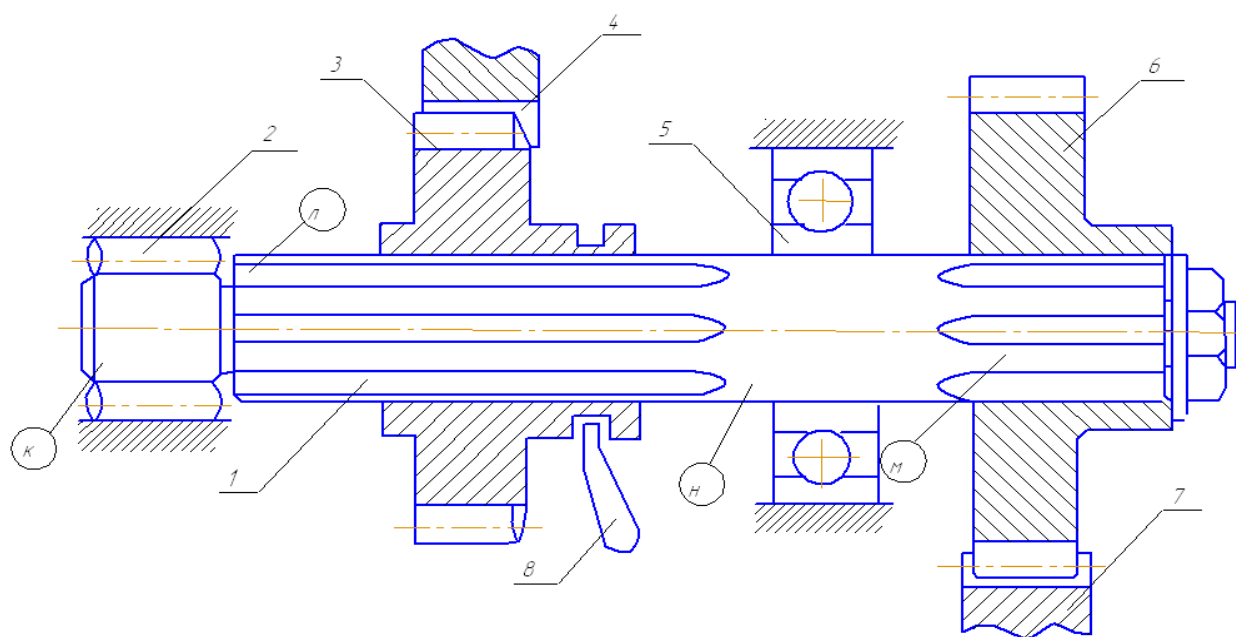


Рисунок 4.3 Узел коробки перемены передач (КПП)

1-шлицевой вал, 2-ролик подшипника, 3-подвижная шестерня, 4-шестерня, 5-шарикоподшипник, 6-неподвижная шестерня, 7-шестерня, 8-вилка переключения

Валы коробок передач часто имеют шлицы для соединения с шестернями, установленными на них. Валы в основном двухопорные, на шариковых или роликовых подшипниках качения. При работе, вал испытывает напряжения изгиба и кручения, поверхность шлицов работает на смятие и испытывает трение. Валы должны иметь высокую жесткость, так как деформация ведет к

нарушению правильного зацепления шестерен, быстрому их износу и разрушению подшипников.

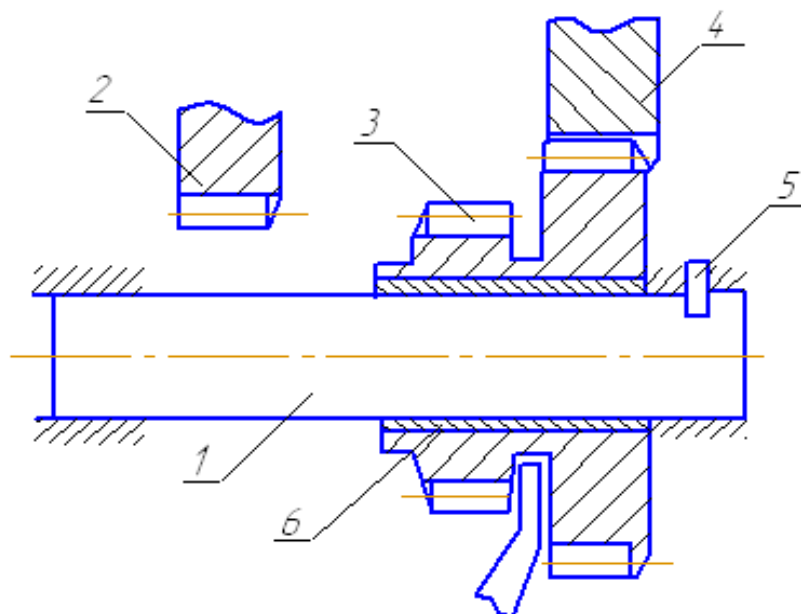


Рисунок 4.4 Узел коробки перемены передач (КПП)

1-ось; 2-шестерня; 3-блок шестерен; 4-шестерня; 5-фиксатор; 6-подшипниковая втулка.

Валы коробок передач изготавливают из проката легированной или углеродистой конструкционной улучшаемой или цементируемой стали и подвергают термической или химико-термической обработке. Для некоторых валов по условиям их работы требуется различная твердость разных участков вала. Так поверхность «К» шлицевого вала требует очень высокой твердости вследствие больших контактных нагрузок от роликов подшипников качения, а поверхности «Л», «Н», и «М» должны иметь меньшую твердость.

Подшипники качения шариковые или роликовые испытывают при работе значительные статические нагрузки при очень больших контактных нагрузках, изготавливаются штамповкой и прокаткой из шарикоподшипниковой стали и подвергаются термической обработке на высокую твердость.

4.4 Узел поддерживающего ролика (рисунок 4.5) входит в ходовую часть (гусеничный движитель) трактора. Ролики уменьшают и препятствуют боковому смещению гусеницы.

Ролик подвергается сильному трению о поверхность гусеницы и абразивному изнашиванию. Изготавливается литьем из углеродистой стали и поверхностно закаливается.

Ось поддерживающего ролика испытывает значительные изгибающие нагрузки, так как закреплена консольно в корпусе. Ось изготавливают из проката углеродистой конструкционной улучшаемой стали.

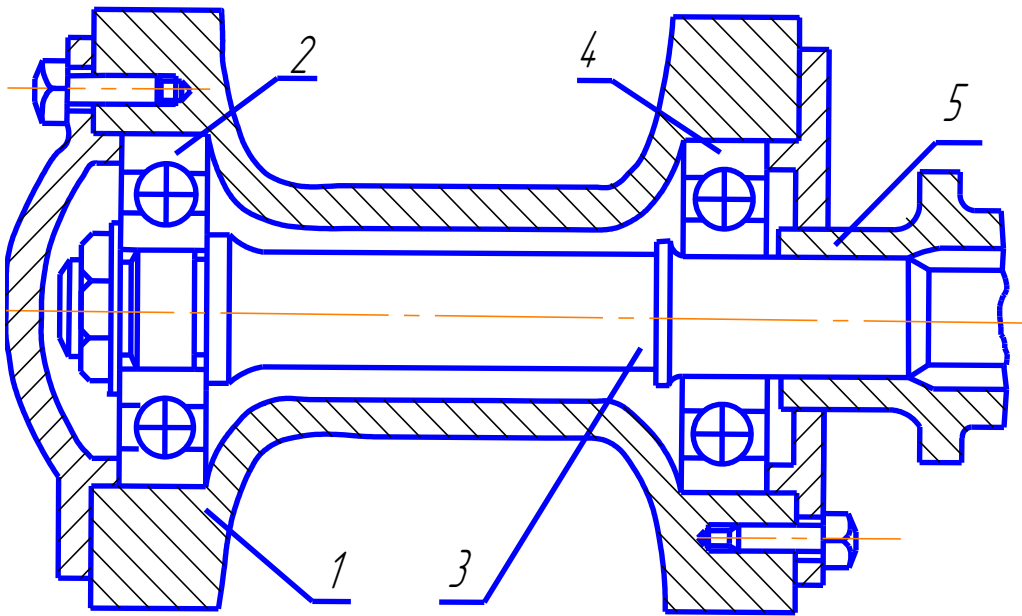


Рисунок 4.5 Узел поддерживающего ролика
1-поддерживающий ролик, 2, 4-шарикоподшипники, 3-ось, 5-кронштейн.

Классификация деталей машин по условиям работы, применяемым сталям и видам упрочняющей обработки.

В зависимости от условий работы деталей различных машин их можно разделить на следующие группы:

1 Детали, подвергающиеся только статическим или динамическим нагрузкам (изгиб, растяжение, кручение без ударов либо с ударами) - оси, шатуны, рычаги, пружины, рессоры.

Группа сталей - *улучшаемые* (0,35...0,55%С), марки – 35, 40, 45, 50, 55, 35Х, 38ХС, 40Х, 40Г, 45Х, 40ХН, 40ХНМА и др.; структура – сорбит отпуска, твердость HRC30.

Группа сталей - *рессорно-пружинные* (0,5...0,8%С) , марки – 65, 70, 75, 80, 85, 65Г, 50ХФА, 50ХГ, 70С2 А и др.; структура – троостит отпуска, твердость HRC45.

Стали этих групп должны иметь полную прокаливаемость.

2 Детали, подвергающиеся статическим или динамическим нагрузкам с одновременным трением скольжения.

2.1 Детали простой геометрической формы: валы (гладкие и шлицевые), пальцы, кулачки, крестовины дифференциалов, зубчатые колеса постоянного зацепления, коленчатые валы и др.

Группа сталей – *закаливаемые* (улучшаемые (0,4...0,6% С) с низкой прокаливаемостью, марки – 40, 45, 50, 55, 60, 40Х, 40Г, 50Х, 50Г и др.; структура: поверхность (после поверхностной закалки) – отпущенный

мартенсит, твердость HRC55...58; сердцевина – феррит + перлит или сорбит отпуска, твердость HRC25...30.

2.2 *Детали сложной геометрической формы:* зубчатые колеса переменного зацепления, червяки, крестовины карданов и др.

Группа сталей – цементируемые (0,1...0,3%С), марки - 20, 25, 30, 20Х, 18ХГТ, 20ХГНР и др.; структура: поверхность – отпущенный мартенсит + карбиды, твердость HRC60; сердцевина – отпущенный мартенсит, твердость HRC30...40.

3 Детали, подвергающиеся высоким контактными нагрузкам, при трении качения или трении скольжения «сталь по стали», входящие в узлы и агрегаты с высокими требованиями по точности и надежности.

3.1 *Детали простой геометрической формы:* валы, пальцы, зубчатые колеса, кулачки и др.

Группа сталей – поверхностно-закаливается с пониженной прокаливаемостью (0,55...0,60% С), марки – 55пп, 60пп.; структура: поверхность - отпущенный мартенсит, твердость HRC60; сердцевина – феррит + перлит или сорбит, твердость HRC25...30.

Группа сталей – шарикоподшипниковые, с глубокой прокаливаемостью (1% С, ≈1,5% Cr), ШХ15, ШХ15СГ; структура: отпущенный мартенсит + карбиды, твердость HRC60...65.

3.2 *Детали сложной геометрической формы:* шестерни переменного зацепления, крестовины карданов, червяки, ролики червяков, гильзы цилиндров, коленчатые валы и др.

Группа сталей – цементируемые (0,1...0,3% С), марки – 18ХГТ, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А, 20ХН3А и др.; структура: поверхность – отпущенный мартенсит + карбиды, твердость HRC>60, сердцевина – низкоуглеродистый отпущенный мартенсит, твердость HRC30...40.

Группа сталей – азотируемые (0,35...0,40% С), марки – 38ХМЮА, 38ХН3МА;...40ХНМА и др.; структура: поверхность – слой нитридов, твердость HRC70, сердцевина – сорбит отпуска, твердость HRC30.

4 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИТТМО

4.1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЯЕМОЙ РАБОТЫ

Ознакомится с последовательностью работы технолога механического цеха при разработке станочных операций. На примере токарной операции получить навыки разработки технологической документации для запуска детали в производство.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В данной работе документация на токарную операцию разрабатывается для единичного или мелкосерийного изготовления деталей технологического оборудования в условиях ремонтного цеха предприятия. Поэтому предпочтение отдается использованию универсальных станков и приспособлений, стандартного мерительного и режущего инструмента. Заготовки применяются грубые, с большими припусками на механическую обработку.

3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ЦЕХОВОГО ТЕХНОЛОГА

3.1 Анализ чертежа детали, формы поверхностей, технических требований по точности размеров, шероховатости поверхностей и точности их взаимного расположения, определение необходимости проведения предварительной и окончательной термической обработки, оценка обрабатываемости материала заготовки резанием. Составление технологического маршрута изготовления детали.

3.2 Определение содержания токарной операции и разработка чертежа токарной заготовки.

3.3 Обоснование выбора способа получения заготовки. Разработка эскизов литой заготовки, ковальной заготовки или заготовки из проката, расчет их основных размеров. Определение коэффициента использования металла.

3.4 Выбор станочного оборудования

3.5 Выбор черновых и чистовых баз, мест и способов закрепления заготовки.

3.6 Определение очередности обработки поверхностей.

3.7 Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров.

3.8 Разработка операционных эскизов и составление текста переходов.

3.9 Подбор режущих инструментов.

3.10 Подбор мерительного инструмента.

3.11 Расчеты режимов резания и нормирование работ.

4 АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

Вначале оцениваются формы наружных и внутренних поверхностей детали и определяются возможные способы их получения на металлорежущих станках (точением, сверлением, фрезерованием, строганием, долблением и т.п.). Это необходимо для составления предварительного технологического маршрута изготовления детали и выделения тех поверхностей, которые должны быть обработаны на токарном станке.

Оценка требований чертежа по точности размеров и шероховатости поверхностей позволяет уточнить технологический маршрут обработки, разделить этапы лезвийного и абразивного резания.

Указанные на чертеже твердость готовой детали и её материал позволяют определить место и способ термической обработки в технологическом маршруте. Если твердость готовой детали невысокая, то термообработку целесообразно проводить в начале технологического процесса для исходной заготовки или на этапе черновой обработки. При высокой твердости готовой детали термообработка должна быть проведена после этапа лезвийного резания, перед абразивной обработкой. Содержание углерода обрабатываемого материала определяет способ термической обработки. Стали средне и высокоуглеродистые подвергаются закалке и последующему отпуску, малоуглеродистые – химико-термической обработке, цементации, азотированию и т.п.

Обрабатываемость резанием материала заготовки зависит от его механических свойств и химического состава, которые необходимо изучить по справочным данным. Хорошо обрабатываются стали среднеуглеродистые, нормализованные, (марки типа «сталь 45»). Высокоуглеродистые стали требуют больших усилий резания, но обработанная поверхность получается выше классом шероховатости. Стали малоуглеродистые, вязкие не позволяют получить качественную поверхность. Для улучшения обрабатываемости резанием вязкие стали рекомендуется нормализовать, высокопрочные стали отжигать.

Технологический маршрут представляется в виде упрощенной схемы, в которой дается обобщенное содержание операций (Приложения Б,В, рисунки Б2,В2).

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ И РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ТОКАРНОЙ ЗАГОТОВКИ

Для определения содержания токарной обработки необходимо отделить те поверхности, которые не могут быть получены на токарном станке. При токарной обработке можно образовать поверхности, расположенные на наружных, внутренних и торцевых сторонах тел вращения. Нарезаемые наружные и внутренние резьбы, внутренние отверстия должны быть сосны с осью вращения заготовки. Все остальные поверхности (квадратные и шестигранные головки, поперечные отверстия, шпоночные и шлицевые канавки, зубья шестерен и др.) на чертеже *токарной* заготовки не показываются.

Наличие на *токарной* заготовке уступов указывает на необходимость применения подрезных резцов, канавок - канавочных, наличие резьб - плашек, метчиков или резьбонарезных резцов. Внутренние поверхности могут быть получены сверлением, зенкерованием, развертыванием или растачиванием. Выбор конкретного вида обработки и применяемого инструмента зависит от размеров детали и требуемой точности и шероховатости обработки.

Точность размеров, требования по шероховатости поверхностей указывают на необходимость проведения чистовых проходов или достаточно только черновой обработки. Точность размеров оценивается по номеру качества точности, а если он не указан, то его следует определить по величине допуска на размер по таблице «Числовые значения допусков» (Приложение А, таблица А12). Размеры без допускаемых отклонений считаются «свободными» и исполняются по грубым 12 ... 14 качествам точности.

Точность взаимного расположения поверхностей детали влияет на качество сборки и работоспособность узла и всего механизма. Если на чертеже детали нет указаний по этим параметрам, то в процессе изготовления детали необходимо обеспечить соосность шеек вала для установки подшипников, шестерен, шкивов, маховиков и т.п. Когда устанавливаемые на вал детали упираются в буртики, то их торцевые поверхности должны быть строго перпендикулярны по отношению к осям. Требуемая точность взаимного расположения поверхностей обеспечивается за счет правильного базирования, применения принципа постоянства баз, надежного закрепления заготовки, рационального назначения очередности обработки поверхностей, применения оптимальных режимов резания.

Чертеж токарной заготовки разрабатывается в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Рекомендуемый формат – А4, содержащий основную надпись (угловой штамп). Деталь изображается в положении, в котором она устанавливается на станке. Количество проекций, видов, разрезов и сечений минимальное при условии возможности прочтения чертежа. Количество размеров должно быть достаточным для изготовления и контроля детали. Каждый размер приводить на чертеже только один раз. Цепь линейных размеров

не должна быть замкнутой. Проставлять размеры надо так, чтобы наиболее точный размер имел наименьшую накопленную ошибку при изготовлении детали. Осевые размеры рекомендуется располагать под изображением детали. Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу, следует группировать в одном месте. Для всех размеров, нанесенных на чертеж, должны быть указаны предельные отклонения. Для окончательно обработанных поверхностей допуски указываются по данным чертежа готовой детали. Если после токарной операции предусмотрены другие виды обработки (например, шлифование или притирка), то размеры проставляются с учетом операционных припусков (смотри раздел «Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров»). Предельные отклонения свободных размеров назначаются по квалитетам от 12-го и грубее и оговариваются общей записью в технических требованиях типа «неуказанные предельные отклонения $h12$; $H12$; $\pm IT14/2$ ».

6 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗОВ КОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ И ЗАГОТОВКИ ИЗ ПРОКАТА, РАСЧЕТ ИХ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ

В машиностроении под заготовкой детали принято понимать полуфабрикат, поступающий на механическую обработку, в результате чего он превращается в годную для сборки готовую деталь.

Применяются следующие основные виды заготовок:

- а) отливки, получаемые литьем в песчаные или металлические формы, или заготовленные по выплавляемым моделям и другими способами формовки;
- б) поковки, получаемые свободной ковкой;
- в) поковки, получаемые горячей штамповкой или периодическим прокатом;
- г) заготовки, полученные высадкой из прутка;
- д) сортовой прокат (горячекатаный или калиброванный).

При выборе вида заготовки руководствуются следующими соображениями: обеспечить наименьший расход металла при изготовлении заготовок и при последующей их обработке на металлорежущих станках; обеспечить наименьшие затраты труда и средств на получение заготовок и на последующую их обработку на станках. Чем больше заготовки приближаются по форме и размерам к формам и размерам готовых деталей, тем меньше трудоёмкость механической обработки, тем механическая обработка проще и дешевле. Однако повышение точности изготовления заготовок связано с удорожанием процессов их получения. Только при больших программах выпуска окупается применение сложных машин и дорогостоящей оснастки в заготовительных цехах. В условиях мелкосерийного и ремонтного производства

предприятий Агропрома, как правило, применяются грубые заготовки со значительными припусками на механическую обработку.

Большую роль в выборе вида заготовки играет материал детали. Заготовку детали из чугуна можно получить только литьём. А заготовку стальной детали можно получить и литьём, и ковкой. Но кованая заготовка будет дешевле, прочнее и, следовательно, экономичнее. Стальное литьё целесообразно использовать только для изготовления деталей сложной формы.

Размеры заготовки определяются с учётом припусков на механическую обработку. Существуют два основных метода расчёта размеров заготовки.

1 – по общему припуску;

2 - по сумме операционных припусков.

Первый метод самый простой, но наименее точный. Размер заготовки “Азаг” определяется прибавлением (для внутренних поверхностей – вычитанием) к размеру готовой детали “Адет” величины общего припуска “Z”.

$$\text{Азаг} = (\text{Адет} \pm Z) \pm T \text{Азаг}$$

Размер заготовки на чертеже указывается с допускаемыми отклонениями $\pm T \text{Азаг}$.

Для отливок из серого чугуна и стали, поковок, получаемых свободной ковкой на прессах, для поковок, получаемых свободной ковкой на молотах, поковок, получаемых штамповкой, величины припусков указаны в соответствующих стандартах и справочных таблицах.

В этих же стандартах указаны величины допускаемых отклонений размеров заготовок.

Второй метод более точный. По этому методу размер заготовки определяется прибавлением (вычитанием) к размеру детали операционных припусков на соответствующую механическую обработку и «отрицательного» допуска на размер заготовки (Рисунки 1,2).

$$\text{Азаг} = \text{Адет} \pm Z_1 \pm Z_2 \pm Z_3 \pm [-T \text{Азаг}],$$

где Z_1 – припуск на окончательную обработку (шлифование, полирование, развёртывание и т.д.)

Z_2 – припуск на чистовую обработку (чистовое точение, фрезерование, зенкерование и т.д.)

Z_3 – припуск на черновую обработку (черновое точение, грубое фрезерование, рассверливание и т.д.)

$[-T \text{Азаг}]$ – величина допускаемого отклонения размера заготовки «в тело» (допуск на заготовку).

Второй метод наиболее целесообразен при расчётах заготовок из стандартного проката.

При расчетах размеров заготовки по длине (ширине) детали учитываются припуски для каждого торца в отдельности с учетом обеспечения требуемой шероховатости и точности готовой детали (Рисунок 3).

$$\text{Взаг} = \text{Вдет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + T \text{Взаг},$$

После выбора способа получения заготовки и расчёта её основных размеров приступают к разработке её чертежа.

Для этого на контуры детали (не принимая во внимание мелкие фаски, канавки, незначительные перепады диаметров и т.д.) «одевают» в условном масштабе требуемые припуски на обработку. Полученные контуры заготовки уточняют нанесением литейных или штамповочных уклонов и скруглений.

При расчётах заготовок из проката, например, для ступенчатого вала, расчёт размеров ведут только для наибольшего диаметра. По полученному расчетному размеру подбирают ближайший размер круглого проката по стандарту (Приложение А, таблица А11).

Чертёж заготовки оформляется на формате А4 или в виде эскиза в расчетно-пояснительной записке. Размеры указываются с допускаемыми отклонениями. Под размером заготовки в квадратных скобках записывается номинальный размер готовой детали. Контуры готовой детали обозначаются тонкими линиями.

В технических условиях на чертеже заготовки необходимо привести следующие данные:

- а) способ получения заготовки;
- б) вид её термообработки (если требуется);
- в) твёрдость (в состоянии поставки);
- г) вид очистки заготовки;
- д) величины уклонов и радиусов скруглений;
- е) допускаемые или не допускаемые дефекты.

После разработки чертежа заготовки необходимо определить коэффициент использования металла: $K = \frac{P_d}{P_3}$,

где P_d – вес готовой детали

P_3 – вес заготовки

7 ВЫБОР СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе типа и модели оборудования следует руководствоваться следующими соображениями.

а) выбранный станок должен обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий на обработку детали на данной операции;

б) технические характеристики станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали. Для токарного станка необходимо сопоставить с габаритами заготовки межцентровое расстояние, диаметр отверстия шпинделя, высоту центров над станиной и поперечными салазками (Приложение А, таблица А27);

в) производительность и универсальность станка должны соответствовать типу производства: в единичном и мелкосерийном

производстве предпочтение отдаётся универсальным токарно-винторезным станкам, в крупносерийном и массовом – специализированным, имеющим высокую производительность.

8 ВЫБОР ЧЕРНОВЫХ И ЧИСТОВЫХ БАЗ, МЕСТ И СПОСОБОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании технологических процессов механической обработки, является выбор установочных баз– базовых поверхностей, по которым производится ориентирование, установка или крепление на станке детали. От точности базирования зависит успех обработки. Установочными базами могут быть необработанные поверхности – черновые базы и обработанные поверхности– чистовые базы.

Базирующие поверхности должны быть по возможности ровными и чистыми, точной формы и размеров. Если у детали обрабатываются не все поверхности, то за черновую базу следует принимать поверхности, остающиеся необработанными. Если у детали обрабатываются все поверхности, то в качестве черновой базы следует принимать ту поверхность, которая имеет наименьший припуск.

Черновые базы используются только один раз – в первой операции. В процессе первой операции рекомендуется обработать те поверхности, которые в последующих операциях будут использоваться как чистовые базы. В дальнейшем необходимо придерживаться принципа постоянства баз – для всех операций использовать преимущественно одни и те же установочные базы.

При подборе приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали следует, по возможности, использовать нормальные и стандартные приспособления: токарные самоцентрирующиеся патроны, четырех кулачковые не самоцентрирующиеся патроны, планшайбы, гладкие и вращающиеся центры и т.д. Выбор вида приспособления и его типоразмера обуславливается характером станочной обработки, конфигурацией и размерами деталей, местами расположения установочных баз и способов зажатия детали. Данные о приспособлении приводятся в справочниках.

В ряде случаев приходится планировать применение специальных приспособлений и вспомогательных инструментов. Так, для обработки деталей типа кольца и втулки используются гладкие, легкоконусные или разжимные цанговые оправки. В целях повышения производительности обработки на токарных станках устанавливаются специальные державки, позволяющие вести обработку несколькими резцами одновременно.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В первую очередь обрабатываются поверхности, которые используются как базовые при дальнейшей обработке.

После обработки базовых поверхностей следует обработать поверхности, где снимается наибольший припуск. Желательно также раньше обрабатывать те поверхности деталей, где возможно выявление скрытого брака заготовки (раковины, расслоения и др.).

Последовательность для остальных поверхностей следует устанавливать в зависимости от заданной чертежом формы, точности и чистоты. Наиболее чистые и точные поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь. Это уменьшает возможность повреждения обработанных поверхностей.

10 НАЗНАЧЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ПРИПУСКОВ И РАСЧЕТ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРОВ

Межоперационные размеры рассчитывают для основных поверхностей и затем проставляют на операционных эскизах. Эти размеры показывают постепенное изменение размеров заготовки по всем этапам технологического процесса. Расчетные схемы для вычисления межоперационных размеров валов, отверстий и линейных размеров представлены на рисунках 1, 2 и 3).

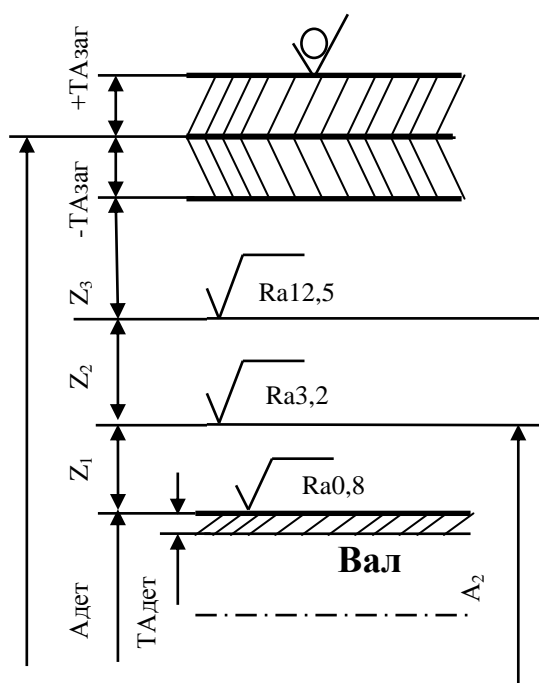


Рисунок 1. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке вала.

$A_{дет}$ – размер готовой детали
 $A_{заг}$ – размер заготовки
 Z_1 – припуск на окончательную обработку
 Z_2 – припуск на чистовую обработку
 Z_3 – припуск на черновую обработку
 A_1 – размер после черновой обработки
 A_2 – размер после чистовой обработки
 $TA_{дет}$ – допуск на размер готовой детали
 $\pm TA_{заг}$ – допуски на размер заготовки

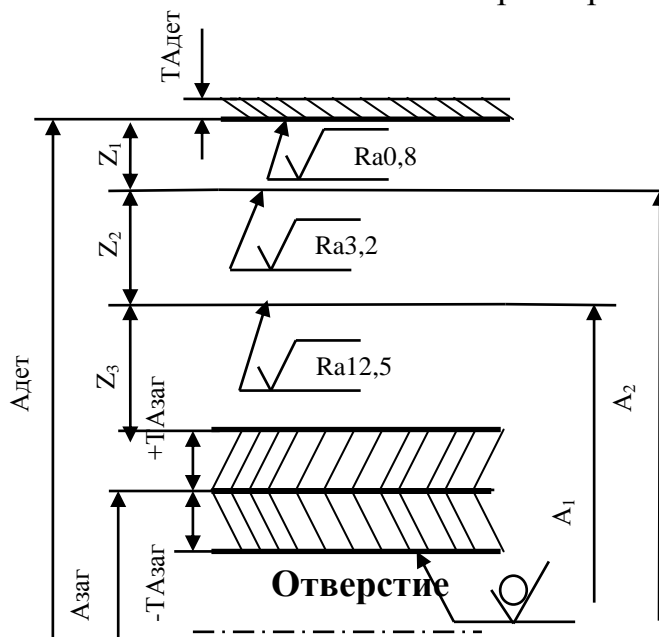
Размер вала после чистовой обработки перед окончательной «A2» вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1

$$A_2 = A_{дет} \max + Z_1$$

Размер после черновой обработки перед чистовой «A1» вычисляется путем прибавления к максимальному размеру готовой детали припуска на окончательную обработку Z_1 и припуска на чистовую обработку Z_2 .

$$A_1 = A_{дет} \max + Z_1 + Z_2$$

При расчетах межоперационных размеров отверстия припуски вычитаются от минимального размера готовой детали.



$A_{дет}$ – размер отверстия готовой детали

$A_{заг}$ – размер отверстия заготовки
 Z_1 – припуск на окончательную обработку

Z_2 – припуск на чистовую обработку

Z_3 – припуск на черновую обработку

A_1 – размер после чернового растачивания

A_2 – размер после чистового растачивания

$T_{Aдет}$ – допуск на размер готовой детали

$\pm T_{Aзаг}$ – допуски на размер отверстия заготовки

Рисунок 2. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке отверстия

Размер отверстия после чернового растачивания:

$$A_1 = A_{дет} \min - Z_1 - Z_2$$

Размер отверстия после чистового растачивания:

$$A_2 = A_{дет} \min - Z_1$$

Межоперационные размеры по длине (ширине) детали рассчитываются с учетом последовательности обработки торцевых поверхностей (рисунки 3,4).

При обработке крупногабаритных заготовок с большими припусками рекомендуется черновую и чистовую обработку проводить отдельно, перезакрепляя заготовку.

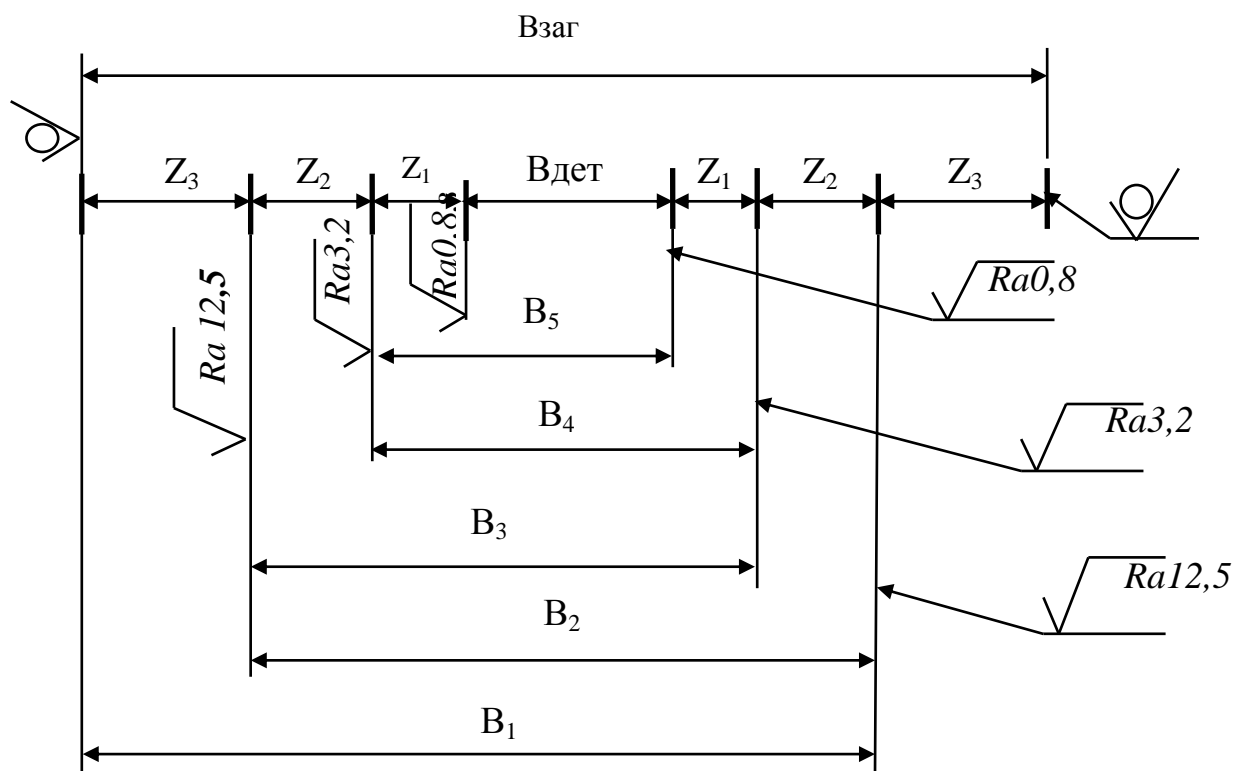


Рисунок 3. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей, при разделении черновых и чистовых операций.

Вдет– размер готовой детали; Взаг– размер заготовки; Z_1 – припуск на окончательную обработку; Z_2 – припуск на чистовую обработку; Z_3 – припуск на черновую обработку; B_1 B_2 – размеры после черновой обработки; B_3 B_4 – размеры после чистовой обработки; B_5 – размер после окончательной обработки одного торца.

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки второго торца:

$$B_2 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_1 + Z_2$$

Размер после черновой обработки обоих торцов и чистовой одного торца:

$$B_3 = Вдет + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца: $B_4 = Вдет + Z_1 + Z_1$

Размер после шлифования одного торца: $B_5 = Вдет + Z_1$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{дет}$.

При обработке небольших заготовок с небольшими припусками черновую и чистовую обработку можно проводить последовательно, без перезакрепления заготовки.

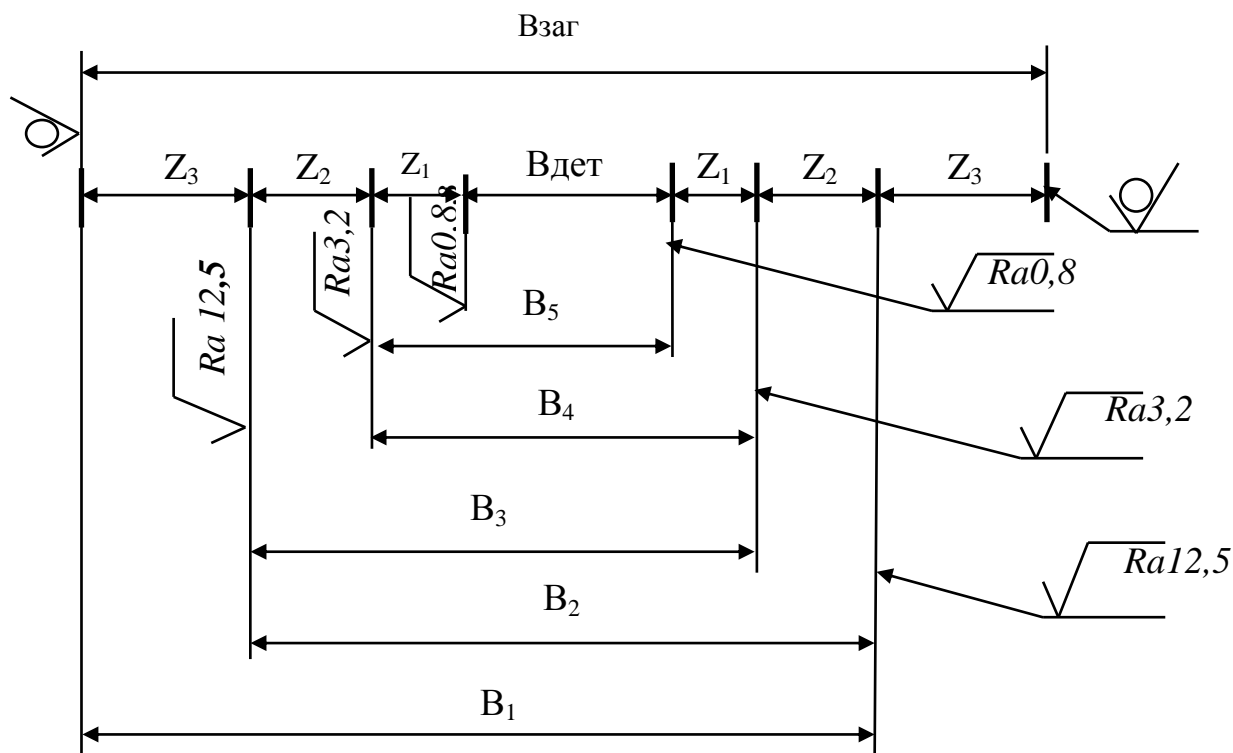


Рисунок 4. Расчетная схема для вычисления межоперационных размеров при обработке торцевых поверхностей при выполнении черновых и чистовых проходов за одну установку.

$B_{дет}$ – размер готовой детали; $B_{заг}$ – размер заготовки; Z_1 – припуск на окончательную обработку; Z_2 – припуск на чистовую обработку; Z_3 – припуск на черновую обработку; B_1 B_2 – размеры после черновой обработки; B_3 B_4 – размеры после чистовой обработки; B_5 – размер после окончательной обработки одного торца.

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_2 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1$$

Размер после черновой обработки второго торца:

$$B_3 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

Размер после чистовой обработки второго торца: $B_4 = B_{дет} + Z_1 + Z_1$

Размер после шлифования одного торца: $B_5 = B_{дет} + Z_1$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали $B_{дет}$.

11 РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННЫХ ЭСКИЗОВ И СОСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТА ПЕРЕХОДОВ

Операционные эскизы (Приложения Б,В. Раздел 9. Разработка операционных эскизов и составление текста переходов) разрабатываются для каждого закрепления (установки) детали. Каждому эскизу присваивается

порядковый номер в пределах данной операции. Эскизы выполняются в произвольном масштабе с применением чертежных инструментов. На эскизе заготовка показывается в том виде и в том положении, как её видит рабочий на станке в конце обработки. Условными знаками показывается место и способ закрепления заготовки. Обрабатываемые поверхности обводятся толстыми линиями (2-3в). Размеры и требования по шероховатости проставляются только для мест обработки, т.е. те размеры и параметры шероховатости, за которые отвечает рабочий на данной операции. Если обработка данной поверхности окончательная, то величина допуска указывается по чертежу готовой детали. Все размеры нумеруются арабскими цифрами, проставленными в кружочках. Кружки устанавливаются на выносках размерных стрелок. Номера размеров на операционных эскизах проставляются по часовой стрелке. В пределах одной операции нумерация сквозная.

Тексты переходов (Приложения Б,В) записываются по порядку их выполнения, в повелительном тоне. Слова располагаются в следующем порядке: «действие» - «название поверхности» - «номера выполняемых размеров». Например: Расточить канавку 5 . Вспомогательные переходы, не связанные со снятием стружки, обозначаются буквами, рабочие – цифрами. В пределах одной операции обозначение сквозное.

12 ПОДБОР РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

В зависимости от формы и расположения обрабатываемой поверхности (рисунки 4, 5 и 6) применяются резцы проходные (рисунок 4, «4», «5», «6»), проходные упорные (рисунок 4, «1»), подрезные (рисунок 4, «2», «3»), расточные проходные (рисунок 5, «7»), расточные подрезные (рисунок 5, «8»), отрезные (рисунок 5, «10»), резьбонарезные (рисунок 5, «9», «11») и фасонные (рисунок 6).

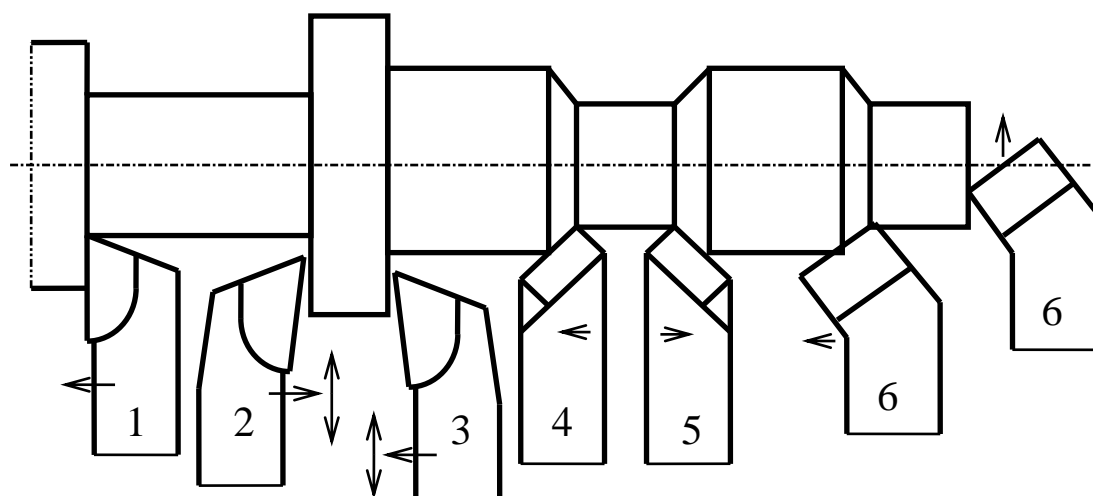


Рисунок 4. Обтачивание ступенчатого валика

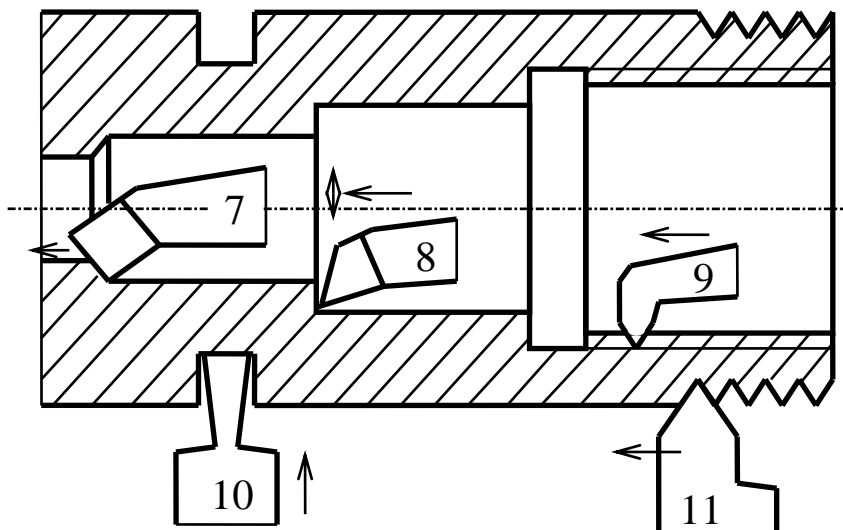


Рисунок 5. Обработка полой детали

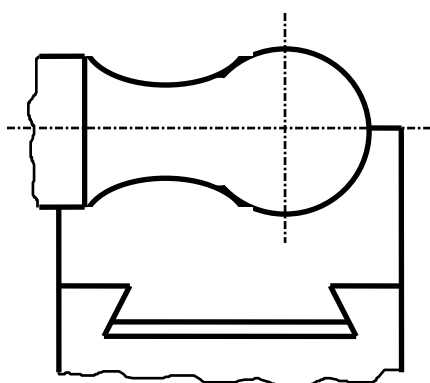
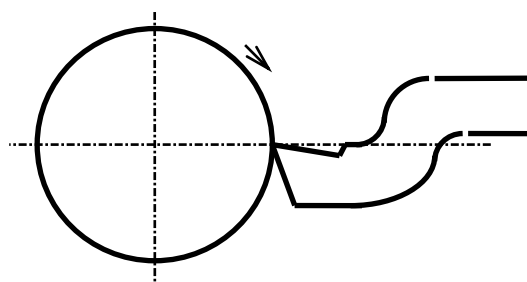
Рисунок 6. Резец
фасонный,
призматическийРисунок 7. Резец с изогнутой
головкой

Таблица 1 Основные типы токарных резцов (по рисункам 4 и 5)

№	Название резца	Главный угол в плане
1	Прходной упорный, правый	$\phi 90^0$
2	Подрезной, левый	$\phi 95^0$
3	Подрезной, правый	$\phi 95^0$
4	Прходной, прямой, правый	$\phi 45^0$
5	Прходной, прямой, левый	$\phi 45^0$
6	Прходной, отогнутый, правый	$\phi 45^0$

№	Название резца	Главный угол в плане
7	Расточной, проходной	$\phi 45^0$
8	Расточной,	$\phi 95^0$
9	Резьбонарезной, внутренний	$\epsilon 60^0$
10	Отрезной	$\phi 90^0$
11	Резьбонарезной	$\epsilon 60^0$

По форме головки резцы подразделяются на прямые (рисунок 4, «1», «4», «5»), отогнутые (рисунок 4, «2», «3», «6»), изогнутые (рисунок 7) и оттянутые (рисунок 5, «10», «11»). Резцы с отогнутой головкой могут использоваться при точении на продольной и поперечной подачах. Изогнутая форма головки рекомендуется для тяжело нагруженных обдирочных резцов.

При выборе режущего инструмента предпочтение делается Гостированному и нормальному. Марка материала режущей части назначается в зависимости от материала обрабатываемой детали и характера обработки (черновая, чистовая и т.д.).

При изготовлении токарных резцов, как и других режущих инструментов, в основном применяются ниже перечисленные группы инструментальных материалов.

Инструментальные углеродистые стали марок У7, У7А, У8, У8А, У9, У9А имеют низкую теплостойкость ($200^0 \dots 250^0\text{C}$) и поэтому могут применяться для обработки материалов невысокой твердости – дерева и пластмасс.

Инструментальные легированные стали марок ХВ5, ХВГ, 9ХС и другие более прочные и износостойкие. Применяют их для изготовления фасонных резцов и при обработке материалов невысокой твердости.

Быстрорежущие стали марок Р9, Р18, Р6М5, Р9М4, 10Р6М5, Р9Ф5, Р14Ф4, Р9К10 выдерживают температуры в зоне резания до 600^0C и поэтому могут работать при более высоких скоростях резания, чем резцы, изготовленные из инструментальных углеродистых и легированных сталей.

Металлокерамические твердые сплавы получили наибольшее применение для изготовления токарных резцов, так как они имеют высокую твердость и теплостойкость (около 900^0C). По своему составу они подразделяются на три группы: вольфрамо-кобальтовые (однокарбидные – карбид вольфрама) ВК3, ВК6, ВК8, ВК10; вольфрамо-титано-кобальтовые (двухкарбидные – карбиды титана и вольфрама) Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4; и вольфрамо-титано-тантало-кобальтовые (трехкарбидные – карбиды титана, тантала и вольфрама) ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ20К9. Сплавы с большим содержанием кобальта (ВК8, Т5К10, ТТ7К12) рекомендуется применять на операциях черновой обработки грубых заготовок, а сплавы с меньшим содержанием кобальта (ВК3, Т30К4) – на операциях чистового точения, когда гарантируется безударная нагрузка. При обработке сталей предпочтение следует отдавать сплавам групп ТК и ТТК, чугунов – группы ВК.

Минералокерамические твердые сплавы изготавливают из оксидов алюминия Al_2O_3 в форме разнообразных пластинок. Тепловая стойкость 1200^0C . Недостатком этого материала является низкая ударная вязкость, поэтому широкого применения они не получили.

В целях обеспечения высокой производительности преимущественно используются металлокерамические твердые сплавы.

Быстрорежущие стали имеют меньшую теплостойкость. Но они лучше затачиваются, менее восприимчивы к ударным нагрузкам. Из них изготавливают фасонные резцы, сверла, развертки и т.д.

13 ПОДБОР МЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

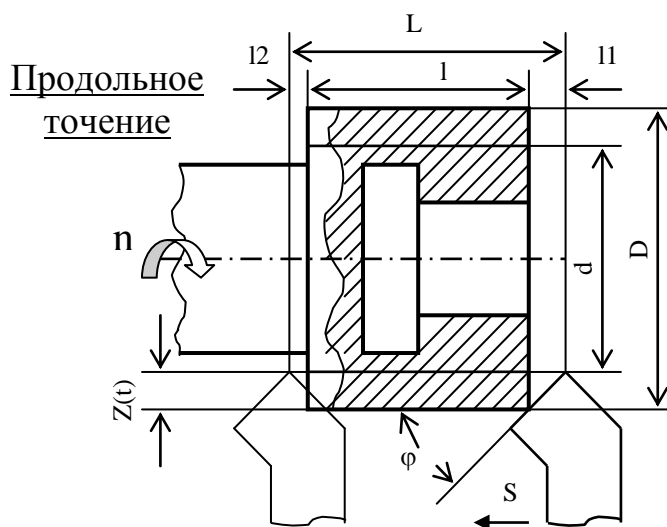
Выбор мерительного инструмента зависит от требуемой точности измерений, габаритов детали, формы и расположения измеряемых поверхностей. При токарной обработке преимущественно используют штангенциркули трех типов (ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3), угломеры (УН и УМ) и микрометры. Для контроля резьбы - шагомеры (шаблоны) и резьбовые калибры.

14 РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ

Режимы резания назначаются в зависимости от условий обработки, к которым относятся: вид и характер обработки, обрабатываемый материал и состояние заготовки, материал режущего инструмента, его конструкция и геометрия, требуемые показатели качества детали, точность размеров и шероховатость поверхности.

Алгоритм расчетов: $Z \rightarrow t_i \rightarrow S_t \rightarrow S_f \rightarrow V_t \rightarrow V_p \rightarrow n_p \rightarrow n_f \rightarrow T_o$

14.1 Определение величины общего припуска на обработку (Z) производим в соответствии со схемами обработки, представленными на рисунке 8.



D	- диаметр заготовки, мм
d	- диаметр готовой детали, мм
$z(t)$	-припуск на сторону, (глубина резания), мм
l	-длина обрабатываемой поверхности, мм
l_1	- путь врезания, мм

l_2	перебег инструмента, мм
L	расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм
n	частота вращения заготовки, об/мин
s	подача, мм/об
φ	главный угол в плане

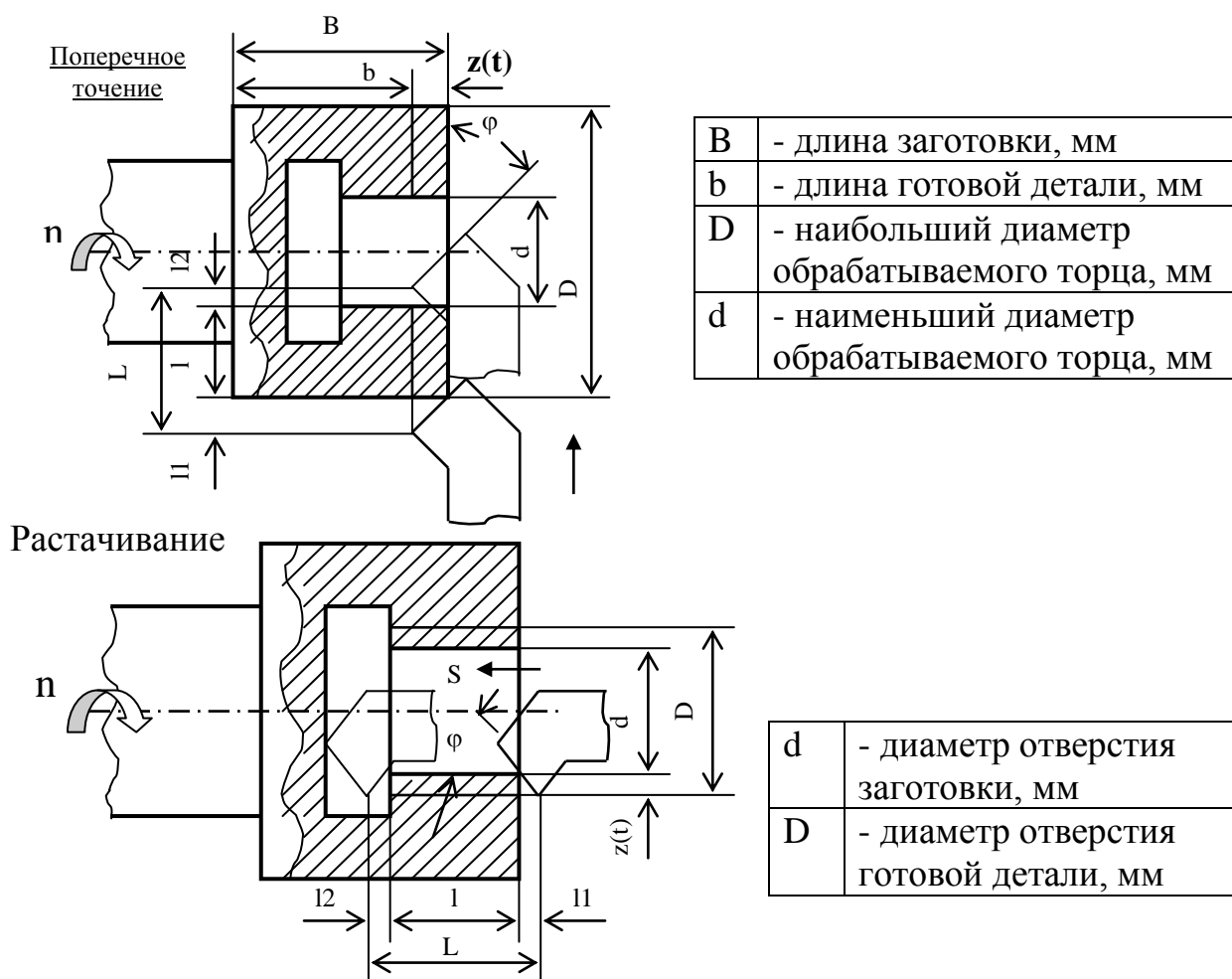


Рисунок 8 Схемы обработки наружных, торцевых и внутренних поверхностей

а) для наружных цилиндрических поверхностей (припуск на сторону)

$$z = (D_{\text{заг}} - d_{\text{дет}}) / 2 \text{ (мм)}$$

б) для торцевых поверхностей

$$z = L_{\text{заг}} - l_{\text{дет}} \text{ (мм)}$$

в) для внутренних цилиндрических поверхностей (припуск на сторону)

$$z = (D_{\text{дет}} - d_{\text{заг}}) / 2 \text{ (мм)}$$

14.2 При необходимости проводим распределение величины общего припуска для черновой (Z_3) и чистовой (Z_2) обработки (рисунки 1,2,3):

а) чистовой припуск (Z_2) на сторону принимается по справочным таблицам (Приложение А, таблицы А6, А9);

б) черновой припуск (Z_3) на сторону вычисляется

$$Z_3 = Z - Z_2$$

Если деталь в дальнейшем должна шлифоваться, то выделяется припуск на шлифование (Z_1) (Приложение А, таблицы А7, А10);

Тогда: $z_3 = z - z_1 - z_2$

Для грубых поверхностей припуск на чистовую обработку не выделяется.

Тогда $z_3 = z$

14.3 Выбор глубины резания "t" и числа прохода "i".

При чистовой обработке, как правило, припуск снимается за один проход, т.е. $i=1$, $t=Z_2$.

При черновой обработке глубина резания берется максимальной, допустимой мощностью станка и жесткостью системы СПИД (станок - приспособление – инструмент - деталь). При работе на станке типа 16К20 (1А62) глубину резания "t" рекомендуется брать не более 3...4 мм. Число черновых проходов определяется:

$$i = Z_3 / t$$

Полученное расчетное значение числа проходов округляется до большего целого числа.

14.4 Выбор подачи "S".

При черновой обработке подача выбирается в зависимости от размеров державки резца и диаметра заготовки по таблице А13 (Приложение А). При чистовой обработке подача выбирается в зависимости от требуемого класса шероховатости и геометрии резца по таблице А14 (Приложение А). Выбранная по таблицам подача (St) должна быть скорректирована по паспортным данным используемого станка (Sф) (Приложение А, таблицы А24, А25);.

14.5 Выбор табличной скорости резания (Vt).

Скорость резания выбирается в зависимости от ранее назначенных величин глубины резания и подачи по таблицам А15, А16, А17, А18 (Приложение А)

14.6 Определение поправочных коэффициентов на скорость резания ((Приложение А, таблицы А19, А20, А21, А22, А23);

K_1 – коэффициент, учитывающий стойкость резца. Для проходных резцов стойкость рекомендуется брать в интервале 30...90 мин, отрезных, фасонных 60...180 мин.

K_2 – коэффициент, учитывающий механические свойства обрабатываемого материала в момент точения.

K_3 - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности. Отливки в земляную форму имеют загрязненную корку, поковки и штамповки – корку из наклепанного металла.

K_4 – коэффициент, учитывающий марку материала резца. Марка резца выбирается в зависимости от условий работы (точение чугуна, стали, черновое или чистовое точение, нагрузка ударная или безударная).

K_5 – коэффициент, учитывающий величину главного угла в плане "φ". При точении открытых поверхностей на проход рекомендуется применять $\varphi = 45^\circ$. При обточке ступенчатых поверхностей $\varphi = 90^\circ$.

14.7 Определение расчетной скорости резания

$$V_p = V_t * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \text{ м/мин}$$

14.8 Вычисление расчетного числа оборотов шпинделя (nр)

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{3,14 * D}; \text{об / мин}$$

где: D – диаметр обрабатываемой заготовки.

14.9 Корректировка числа оборотов шпинделя по станку.

По паспортным характеристикам токарного станка (Приложение А, таблицы А24, А25); подбирается ближайшее число оборотов шпинделя (n_ϕ) при условии:

$$n_\phi \leq 1,05 n_p$$

14.10 Определение фактической скорости резания (V_ϕ)

$$V_\phi = \frac{3,14 * D * n_\phi}{1000}; \text{м / мин}$$

14.11 Определение основного технологического времени (T_o)

$$T_o = \frac{L * i}{n * s}; \text{мин}$$

где: L – расчетная длина обработки,

$$L = l_1 + l + l_2 ;$$

где: $l_1 = t * \text{ctg } \phi$ - путь врезания,

l – длина обрабатываемого участка детали,

$l_2 = 0,5 \dots 2,0$ - перебеги инструмента

ПРИЛОЖЕНИЕ А Справочные таблицы

Таблица А1. Шероховатость поверхности и качества точности при различных видах обработки деталей резанием

Вид обработки		Шероховатость Ra	Квалитеты	
			Экономич.	Достижим.
Отрезка на станках	мех. пилой	25...100	15...17	-
	резцом, фрез.	25...50	14...17	-
Подр. торцев	резцом	3,2...12,5	11...13	9
Строгание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	11...13	10
Долбление	черновое	25...50	14,15	-
	чистовое	3,2...12,5	12,13	11
Фрезерован. цилиндрич.	черновое	25...50	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Фрезерован. торцевое	черновое	6,3...12,5	12...14	11
	чистовое	3,2...6,3	11	10
Обтачивание прод. подач.	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Обтачивание попер.подач.	черновое	12,5...25	14,15	-
	чистовое	3,2	11...13	9
Растачивание	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	1,6...3,2	8,9	7
Сверление	до 15 мм	6,3...25	12...14	10...11
	св. 15 мм	12,5...25	12...14	-
Зенкерование	черновое	12,5...25	12...14	-
	чистовое	3,2...6,3	10...11	9
Развертывание	получистов.	6,3...12,5	9,10	8
	чистовое	1,6...3,2	7,8	-
Протягивание	получист.	6,3	8,9	-
	чистовое	1,25...3,2	7,8	-
Шлифование круглое	получистов.	3,2...6,3	8...11	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Шлифование плоское	получистов.	3,2	8...1	-
	чистовое	0,8...1,6	6...8	-
Притирка	чистовая	0,4...3,2	6...7	-
	тонкая	0,1...1,6	5	-
Полирование	обычное	0,2...1,6	6	-
	тонкое	0,05...0,1	5	-
Хонингован.	цилиндрич.	0,05...0,2	7	6
Суперфиниш.	цилиндрич.	0,1...0,4	5	-

Таблица А2 Припуски и допуски на стальные литые заготовки

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
1	2	3	4	5	6	7
до 120	Верх	4±0,5	4±0,8			
	низ,бок	4±0,5	4±0,8			
Св.120 до 250	Верх	5±0,5	5±0,8	6±1,0		
	низ,бок	4±0,5	4±0,8	4±1,0		
Св.250 до 500	Верх	6±0,8	6±1,0	7±1,2	7±1,5	
	низ,бок	5±0,8	5±1,0	5±1,2	6±1,5	
Св.500 до 800	Верх	7±1,0	7±1,2	8±1,5	9±2,0	10±2,5
	низ,бок	5±1,0	5±1,2	6±1,5	6±2,0	7±2,5
Св.800 до 1250	Верх	8±1,0	8±1,5	9±1,5	10±2,0	10±2,5
	низ,бок	6±1,0	6±1,5	7±1,5	7±2,0	8±2,5

Таблица А3 Припуски и допуски на литые заготовки из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности	Номинальный размер, мм				
		До 50	50-120	120-250	250-500	500-800
до 120	Верх	3,5±0,5	4,0±0,8			
	низ,бок	2,5±0,5	3,0±0,8			
Св.120 до 250	Верх	4,0±0,5	4,5±0,8	5,0±1,0		
	низ,бок	3,0±0,5	3,5±0,8	4,0±1,0		
Св.250 до 500	Верх	4,5±0,8	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	
	низ,бок	3,5±0,8	4,0±1,0	4,5±1,2	5,0±1,5	
Св.500 до 800	Верх	5,0±1,0	6,0±1,2	6,5±1,5	7,0±2,0	7,5±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	4,5±1,2	4,5±1,5	5,0±2,0	5,5±2,5
Св.800 до 1250	Верх	6,0±1,0	7,0±1,5	7,0±1,5	7,5±2,0	8,0±2,5
	низ,бок	4,0±1,0	5,0±1,5	5,0±1,5	5,5±2,0	5,5±2,5

Таблица А4 Припуски и допуски на поковки

Диаметр или ширина детали, мм	Размер детали под припуск	Высота детали, мм					
		До 50	50-65	65-80	80-100	100- 125	125- 180
до 50	Высота	6±2	6±2	7±2			
	Диам., ширина	6±2	6±2	7±2			
50...80	Высота	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
	Диам., ширина	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	
80...100	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±2
	Диам., ширина	8±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3
	Отверст	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3
100...150	Высота	7±2	8±2	8±2	9±2	10±2	11±3
	Диам., ширина	9±2	9±2	10±2	11±2	11±2	12±4
	Отверст	15±2	16±2	16±2	17±2	17±2	18±4

Таблица А5 Припуски на черновое обтачивание валов из проката, мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...160
8...18	3,0	3,0	4,0	-	-
18...30	3,5	3,5	4	4,5	5
30...50	4	4,5	5	5,5	6
50...80	4	4,5	5,5	6	6,5
80...120	5,5	6	7	7,5	8,5
120...200	6	7	7,5	8,5	9

Таблица А6 Припуски на чистовое обтачивание валов , мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...400	400...800	800..1200	1200...160
8...18	1,2	1,5	1,5	-	-
18...30	1,5	1,5	2	2	2,5
30...50	1,5	1,5	2,	2	2,5
50...80	2	2	2	2,5	3
80...120	2	2	2,5	2,5	3
120...200	2	2,5	2,5	3	3

Таблица А7 Припуски на центровое шлифование сырых валов, мм

Диаметр детали	Длина вала				
	до 100	100...250	250...500	500...800	800...1200
до 10	0,2	0,3	0,3	0,4	-
10...18	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
18...30	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
30...50	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
50...80	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
80...120	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
120...180	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8

Примечание: для закаливаемых валов припуск увеличивается на 0,1...0,3 мм

Таблица А8 Припуски по длине на различные виды резки, мм

Диаметр заготовки	Ширина резки			Припуск на подрезку 1 торца
	Пилой	Фрезой	резцом	
20	2,5	2	3	1
30	2,5	2	3,5	1,5
45	2,5	2	4	1,5
75	2,5	2	4	1,5
100	2,5	3	5	2
150	2,5	3	6	2

Таблица А9 Припуски на чистовое подрезание торцев и уступов, мм

Диаметр заготовки	Длина вала				
	до 18	18...50	50...120	120...260	260...500
до...30	0,4	0,5	0,7	0,8	1
30...50	0,5	0,6	0,7	0,8	1
50...120	0,6	0,7	0,8	1	1,2
120...250	0,7	0,8	1	1	1,2
свыше 250	0,8	0,9	1	1,2	1,4

Таблица А10 Припуски на шлифование торцев после чистовой подрезки, мм

Диаметр торца	Длина вала				
	до 30	30...50	50...80	80...120	120...180
до...30	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
30...120	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
120...150	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Таблица А11 Размеры и предельные отклонения проката, горячекатанная сталь.

Круглая									Шестигранная						Допуск	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	+	-
5	5,5	6	6,3	6,5	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	0,3	0,5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	14	15	16	17	18	19	0,3	0,5
20	21	22	23	24	25				20	21	22	23	24	25	0,4	0,5
26	27	28	29	30	31	32	33	34	26	28	30	32	34	36	0,4	0,7
35	36	37	38	39	40	41	42	43	38	40	42	46	48		0,4	0,7
44	45	46	47	48											0,4	0,7
50	52	53	54	55	56	58			50	52	55				0,4	1,0
60	62	63	65	67	68	70	72	75	60	63	65	70	75		0,5	1,1
78															0,5	1,1
80	82	86	90	96					80	85	90	95			0,5	1,3
100	105	110	115						100						0,6	1,7
120	125	130	135	140	150										0,8	2,0
160	170	180	190	200											0,8	2,5
210	220	230	240	250											1,2	3,0

Таблица А12 Числовые значения допусков ГОСТ 25346 - 89

Интервалы размеров, мм	Значения допусков для качеств, мкм														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
До 3				0	4	5	0	0	00	40	1	2	4	6	1
Св. 3 до 6	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	
Св. 6 до 10	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	
Св. 10 до 18	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	
Св.18 до 30	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	
Св.30 до 50	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	
Св.50 до 80	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	
Св.80 до 120	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	
Св.120 до 180	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	
Св.180 до 250	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	
Св.250 до 315	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	
Св.315 до 400	18	25	36	57	89	140	230	360	570	830	1400	2300	3600	5700	
Св.400 до 500	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	

Таблица А13 Подачи при черновом обтачивании стали твердосплавными резцами, мм/об

Размеры державки резца, мм	Диаметр детали, не менее, мм	Глубина резания, не более,, мм		
		3	5	8
16x25	40	0,4-0,5	0,3-0,4	–
	60	0,5-0,7	0,4-0,6	0,3-0,5
	100	0,6-0,9	0,5-0,7	0,5-0,6
	400	0,8-1,2	0,7-1	0,6-0,8
20x30	40	0,4-0,5	0,3-0,4	–
	60	0,6-0,7	0,5-0,7	0,4-0,6
25x25	100	0,8-1	0,8-1	0,7-0,9
	400	1,2-1,4	1-1,2	0,8-1

Примечание: При работе с ударными нагрузками вводить поправочный коэффициент 0,75

Таблица А14 Подачи при чистовом обтачивании, мм/об

Шероховатость поверхности Ra	Обрабатываемый материал	Радиус при вершине резца, мм		
		0,5	1	2
6,3	Сталь	0,4-0,55	0,55-0,65	0,65-0,7
	Чугун и медные сплавы	0,25-0,4	0,4-0,5	0,5
3,2	Сталь	0,2-0,3	0,3-0,45	0,35-0,5
	Чугун и медные сплавы	0,15-0,25	0,2-0,4	0,35-0,5
1,6	Сталь	0,11-0,18	0,14-0,24	0,18-0,32
	Чугун и медные сплавы	0,1-0,15	0,12-0,2	0,2-0,35

Примечание: При обработке стали на величину подачи вводить поправочные коэффициенты:

при $V \leq 50$ м/мин	$K_1=0,8$	при $\sigma_B < 500$ МПа	$K_2=0,7$
$V=50-100$ м/мин	$K_1=1$	$\sigma_B=500-700$ МПа	$K_2=0,75$
$V > 100$ м/мин	$K_1=1,2$	$\sigma_B=700-900$ МПа	$K_2=1$
		$\sigma_B=900-1100$ МПа	$K_2=1,25$

Таблица А15 Скорость резания (м/мин) при черновом обтачивании сталей, $\sigma_B=750$ МПа, Т15К6, $\varphi=45^\circ$

Глубина резания, мм	Подача, мм/об					
	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,2
3	198	166	157	140	127	–
4	190	160	150	134	122	117
6	178	150	141	126	113	112

Таблица А16 Скорость резания (м/мин) при чистовом обтачивании сталей, $\sigma_B=750$ МПа, Т15К6, $\varphi=45^\circ$

Глубина резания, мм	Подача, мм/об					
	0,75	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
1	270	235	222	–	–	–
1,5	253	220	200	199	–	–
2	244	211	199	191	176	166

Таблица А17 Скорость резания (м/мин) при черновом обтачивании серого чугуна, ВК6, $\varphi=45^\circ$

Глубина резания, мм	Подача, мм/об					
	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,2
3	138	121	111	100	91	–
4	132	115	107	95	87	80
6	124	109	100	89	82	76
8	–	104	96	86	78	73

Таблица А18 Скорость резания (м/мин) при чистовом обтачивании серого чугуна, ВК6, $\varphi=45^\circ$

Глубина резания, мм	Подача, мм/об					
	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	167	176	162	–	–	–
1,5	175	165	154	144	–	–
2	168	158	145	138	127	118

Таблица А19 Поправочный коэффициент на скорость резания K_1 , учитывающий стойкость резца (Т)

$T_{\text{мин}}$	30	45	60	90	120	180
K_1	1,15	1,06	1	0,92	0,87	0,8

Таблица А20. Поправочный коэффициент на скорость резания K_2 , учитывающий свойства обрабатываемого материала.

Сталь	σ_B МПа	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000
	K_2	1,85	1,35	1,15	1	0,88	0,75
Чугун	НВ	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-250
	K_2	1,6	1,34	1,15	1	0,88	0,77

Таблица А21 Поправочный коэффициент на скорость резания K_3 , учитывающий состояние обрабатываемой поверхности.

Состояние поверхности заготовки	Без корки	С коркой	С загрязненной коркой
K_3	1	0,7-0,9	0,5-0,6

Таблица А22 Поправочный коэффициент на скорость резания K_4 , учитывающий марку материала резца.

Обработка стали	марка	T30K4	T15K6T	T15K6	T14KB	T5K10
	K_4	1,4	1,15	1	0,8	0,65
Обработка чугуна	марка	BK2	BK3	BK6	BK8	-
	K_4	1,25	1,15	1	0,83	-

Таблица А23 Поправочный коэффициент на скорость резания K_5 , учитывающий величину главного угла в плане.

Обработка стали	φ	30°	45°	60°	75°	90°
	K_5	1,13	1	0,92	0,86	0,81
Обработка чугуна	φ	30°	45°	60°	75°	90°
	K_5	1,2	1	0,88	0,83	0,73

Таблица А24 Обороты шпинделя и подачи станка модели 16К20

Обороты шпинделя, мин ⁻¹				Подачи, мм/об			
12,5	50	200	500	0,05	0,06	0,075	0,09
16	63	250	630	0,1	0,125	0,15	0,175
20	80	315	800	0,2	0,25	0,3	0,35
25	100	400	1000	0,4	0,5	0,6	0,7
31,5	125	500	1250	0,8	1,0	1,2	1,4
40	160	630	1600	1,6	2,0	2,4	2,8

Таблица А25 Обороты шпинделя и подачи станка модели 1А62

Обороты шпинделя, мин ⁻¹											
12,5	15	19	24	30	38	46	58	76	96	120	150
185	230	305	370	380	460	480	600	610	765	955	1200
Подачи продольные, мм/об											
0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,23
0,24	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,40	0,45	0,48	0,50	0,55	0,60
0,65	0,71	0,80	0,91	0,96	1,00	1,11	1,21	1,28	1,46	1,59	
Подачи поперечные, мм/об											
0,027	0,029	0,033	0,032	0,040	0,042	0,046	0,050	0,054	0,058	0,067	0,075
0,079	0,084	0,092	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,44	0,48	0,52	

Таблица А26 Обороты шпинделя и подачи станка модели 1У61

Обороты шпинделя, мин ⁻¹								
25	40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	500	630	800	1000	1250	2000
Подачи продольные, мм/об								
0,03	0,04	0,06	0,085	0,115	0,165	0,245	0,335	0,48
0,06	0,08	0,12	0,17	0,23	0,33	0,49	-	-
Подачи поперечные, мм/об								
0,012	0,016	0,022	0,032	0,043	0,062	0,092	0,124	0,18
0,024	0,032	0,044	0,064	0,086	0,124	0,184	-	-

Таблица А27 Технические характеристики станков токарной группы
размеры, мм

Параметры	Модель станка					
	16Б16А	16К20	16К25	1М63	16К50	1А670
Наибольший диаметр обр. заготов:						
над станиной	320	400	500	630	1000	2000
над суппортом	180	220	290	350	600	1600
Наиб. диаметр прутка, проход. через отв. шпинделя	36	53	53	65	100	-
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	750	710; 1000; 1400	710 1000 1400	2800	-	10000
Частота вращения шпинделя, об/мин	20 - 2000	12,5 - 1600	12,5 - 1600	10 - 1200	2,5 - 500	1 - 125
Число скоростей шпинделя	21	22	22	22	24	Б/с
Подача суппорта:						
продольная, мм/об	0,01-0,7	0,05-2,8	0,05- 2,8	0,06- 1,0	0,08- 27,9	0,04- 84,7
поперечная, мм/об	0,005 - 0,35	0,025 - 1,4	0,025 - 1,4	0,024 - 3,1	0,04 - 13,95	0,02 - 42,4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4,6	11	11	15	22	100
Масса, кг	2100	2835 - 3685	2925 - 3775	5620	11900	120000

4.2 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример разработки технологического процесса изготовления детали типа «Вал»
1 Чертеж детали (оформляется на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД).

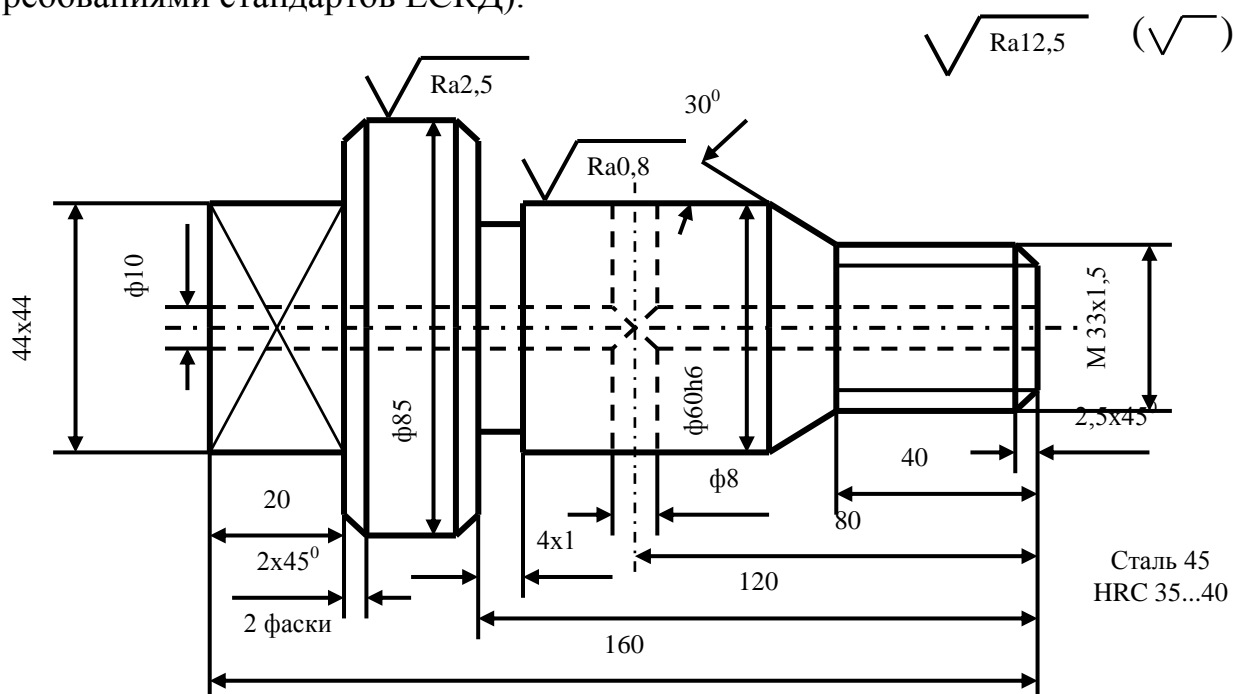


Рисунок Б1 Опорная ось

2. Анализ чертежа детали

Деталь имеет форму ступенчатого вала. На левом конце расположена квадратная головка под ключ 44x44, на правом – резьба М33x1,5. В средней части посадочная шейка диаметром 60мм и опорный бурт диаметром 85мм. Перед опорным буртом технологическая канавка 4x1, по оси детали проходит сквозное отверстие $\phi 10$ мм, в средней части поперечное сквозное отверстие диаметром 8мм. Переходная поверхность между резьбовой частью и шейкой $\phi 60$ имеет форму конуса с углом 30° .

Торцевые поверхности детали и наружная поверхность могут быть получены обтачиванием на токарном станке. Внутренне отверстие можно получить сверлением так же на токарном станке. Резьбу можно нарезать резьбонарезным резцом для наружных резьб. Сквозное поперечное отверстие $\phi 8$ мм можно получить на вертикально-сверлильном станке, квадратная головка на левом торце - фрезерованием концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке с применением делительной головки.

Точность размеров и шероховатость поверхностей обеспечивается соответствующими (Приложение А, таблица А1) видами обработки:

Наружная поверхность $\phi 85h8$, Ra2,5 – чистовое продольное точение после черногого.

Шейка размером $60h6$, Ra0,8 – шлифование после черногого и чистового продольного точения.

Для остальных поверхностей точность размеров не оговаривается, шероховатость Ra12,5 – черновое точение.

Материал детали – сталь 45. Это конструкционная сталь, относится к группе «термически улучшаемые».

Механические свойства материала: $\sigma_{вр} = 610\text{МПа}$, $\sigma_{т} = 360\text{МПа}$, $\delta = 16\%$, $\psi = 40\%$.

Химический состав: C = 0,42...0,48%

Сталь хорошо обрабатывается резанием. Для обеспечения твердости HRC 35...40 необходимо провести термическую обработку: закалку в масле и низкий отпуск. Термическая обработка должна проводиться после этапа лезвийного резания - точения, сверления, фрезерования, перед абразивной обработкой - шлифованием.

На основании проделанного анализа чертежа детали составляем предварительный технологический маршрут (рисунок Б2).



Рисунок Б2 Технологический маршрут изготовления детали «Опорная ось»

3. Содержание токарной операции и разработка чертежа для токарной обработки (токарная заготовка).

При токарной обработке невозможно получить квадратную головку под ключ. Данная поверхность при токарной обработке должна получить цилиндрическую форму с диаметром, превышающим диагональ квадрата 44x44. По теореме Пифагора вычисляем размер диагонали и получаем 63,36мм. Принимаем 64мм. Удаляем поперечное отверстие диаметром 8мм. Шейка размером 60h6, Ra0,8 будет шлифоваться. Поэтому оставляем припуск на шлифование и на чертеже указываем размер 60,5. Расчет приведен в разделе «Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров». Остальные поверхности и их размеры оставляем без изменений (рисунок Б3).

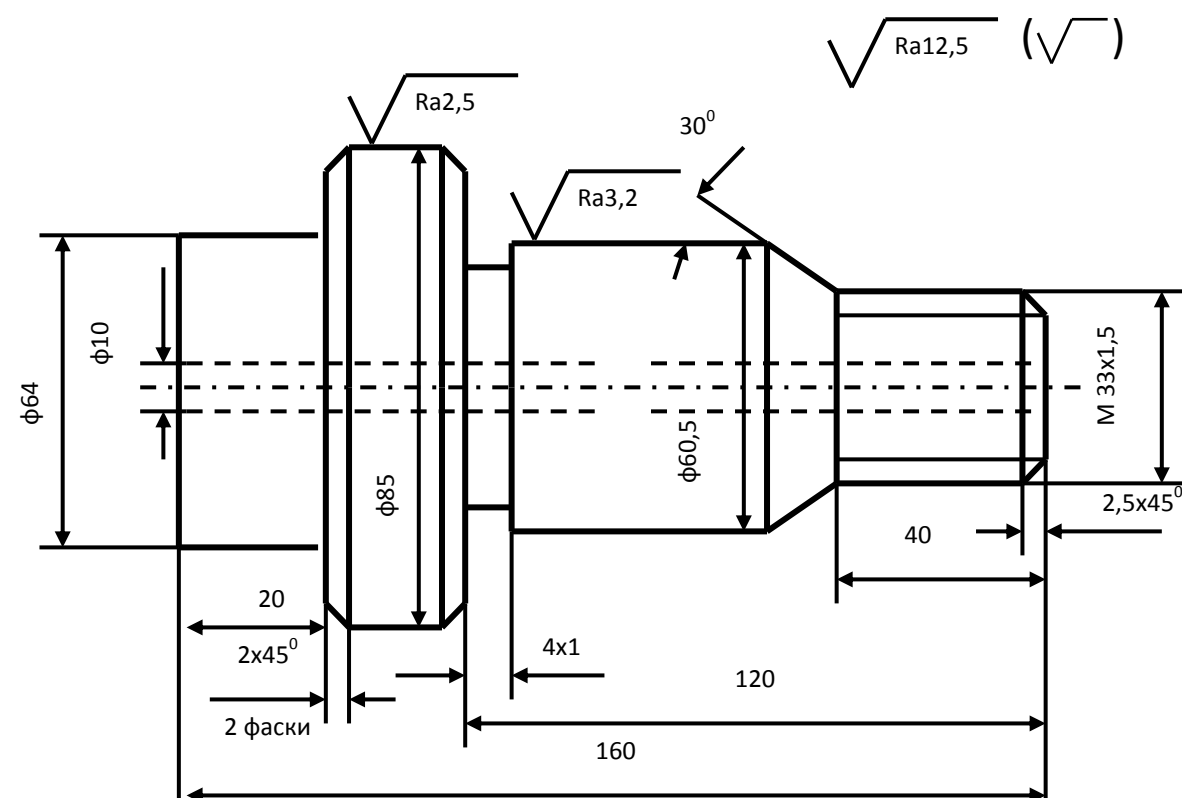


Рисунок Б3 Чертеж токарной заготовки (оформляется на формате А4)

4 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

Для условий ремонтных мастерских предприятия наиболее доступными видами заготовок являются поковки, полученные методом свободнойковки и горячекатаный прокат.

Вариант 1. Заготовка – прокат.

Заготовка из проката имеет самую простую форму – цилиндр, в контуры которого должны вписываться, с учетом припусков на обработку, контуры изготавливаемой детали.

Размеры проката определяем по двум наибольшим размерам детали: наружному диаметру и длине.

Наибольший размер по диаметру - $\phi 85h8$, шероховатость $Ra2,5$. Поверхность будет обтачиваться начисто после чернового точения (Приложение А, таблица А1). Необходимо учитывать припуски на два вида обработки.

$$A_{заг} = A_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + [-TA_{заг}],$$

где: $Z_1 = 0$

$Z_2 = 2$ (Приложение А, таблица А6)

$Z_3 = 6$ (Приложение А, таблица А5)

$[-TA_{заг}] = -1,3$ (Приложение А, таблица А11)

$$A_{заг} = 85 + 2 + 6 + 1,3 = 94,3$$

По таблице А11 (Приложение А) принимаем ближайший больший размер круглого проката $\phi 96^{+0,5}_{-1,3}$

Наибольший размер по длине – 160мм, шероховатость $Ra6,3$ с обеих сторон. Поверхности будут обтачиваться на режимах полустачивочного точения (Приложение А, таблица А1).

$$B_{заг} = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + TB_{заг},$$

где: $Z_1 = 0$

$Z_2 = 0$

$Z_3 = 2$ (Приложение А, таблица А8)

$TB_{заг} = 1,6$ по 15 качеству точности (Приложение А, таблицы А1 и А12)

$$B_{заг} = 160 + 2 + 2 + 1,6 = 165,6_{-1,6}$$

По результатам расчетов оформляем эскиз заготовки (рисунок Б4).

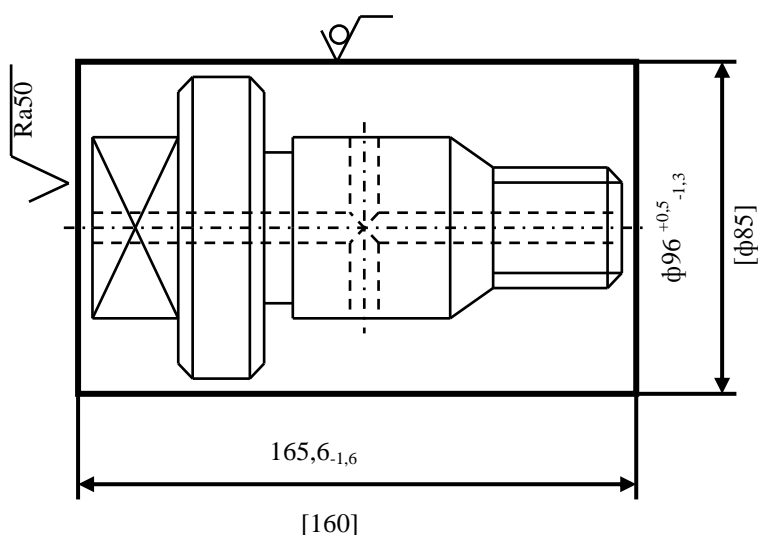


Рисунок Б4. Эскиз заготовки из проката

Вариант 2. Заготовка – поковка.

Размеры поковки определяем по трем основным размерам детали: наибольшему диаметру наружной поверхности, диаметру в районе шейки и длине.

$$A_{\text{заг}} = (A_{\text{дет}} + Z) \pm TA_{\text{заг}}$$

Наибольший размер по диаметру – $\phi 85$

$Z = 11$ (приложение А, таблица А4)

$TA_{\text{заг}} = \pm 3$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{\text{заг}} = (85 + 11) \pm 3 = 96 \pm 3$$

Размер по диаметру в средней части детали – $\phi 60$

$Z = 9$ (приложение А, таблица А4)

$TA_{\text{заг}} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{\text{заг}} = (60 + 9) \pm 2 = 69 \pm 2$$

Наибольший размер по длине – 160,

$$B_{\text{заг}} = (B_{\text{дет}} + Z) \pm TB_{\text{заг}}$$

$Z = 11$ (приложение А, таблица А4)

$TB_{\text{заг}} = \pm 3$ (приложение А, таблица А4)

$$B_{\text{заг}} = (160 + 11) \pm 3 = 171 \pm 3$$

По результатам расчетов оформляем эскиз ковanej заготовки (рисунок Б5).

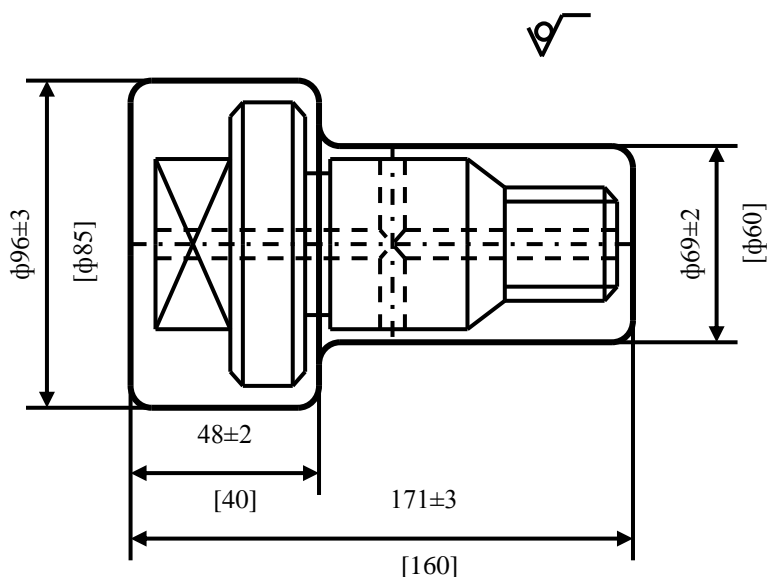


Рисунок Б5. Эскиз ковanej заготовки

После разработки эскизов заготовок определяем коэффициент использования металла:

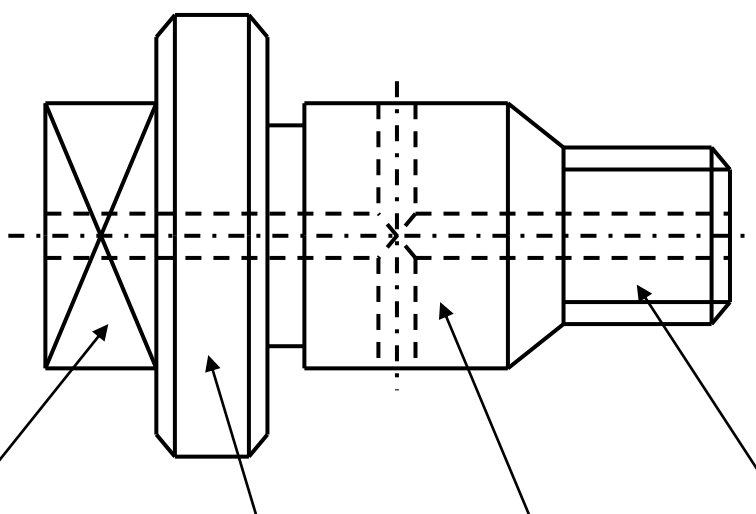
$$K = \frac{P_d}{P_z},$$

где P_d – вес готовой детали

P_z – вес заготовки

Для определения веса необходимо вычислить объём. Разбиваем деталь и заготовки на элементарные фигуры. Мелкие элементы (фаски, канавки, небольшие отверстия) во внимание не принимаем.

Рисунок Б6.
Разбивка детали на
элементарные
фигуры



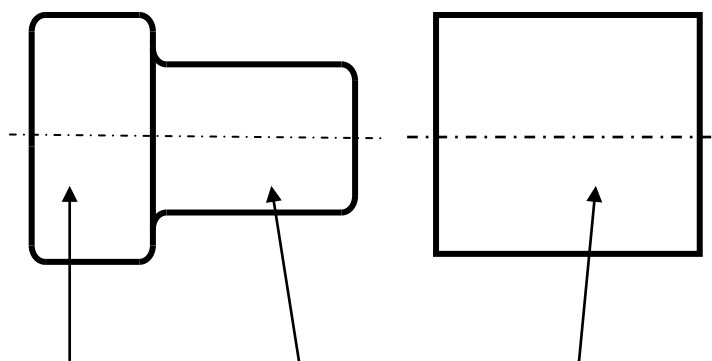
Фигура	Параллелепипед	Цилиндр	Цилиндр	Цилиндр
Размеры (мм)	44x44x20	φ85x20	φ60x80	φ33x40
Объем (см ³)	38,72	113,43	226,08	34,19

Вес детали: $(38,72 + 113,43 + 226,08 + 34,19) * 7,8 = 3,216$ кг

Поковка

Прокат

Рисунок Б7
Разбивка
заготовок на
элементарные
фигуры



Фигура	Цилиндр	Цилиндр	Цилиндр
Размеры (мм)	φ96x48	φ69x123	φ96x165,6
Объем (см ³)	347,25	459,7	1198,04

Вес поковки: $(347,25 + 459,7) * 7,8 = 6,294$ кг

Вес проката: $1198,04 * 7,8 = 9,345$ кг

Коэффициент использования металла:

$$\text{Для поковки } K = \frac{3,216}{6,294} = 0,511$$

$$\text{Для проката } K = \frac{3,216}{9,345} = 0,344$$

В виду отсутствия на предприятии технологических возможностей получения поковки в качестве заготовки используем прокат.

5 Выбор станочного оборудования

Габариты обрабатываемой заготовки $\phi 96 \times 165$. По диаметру отверстия шпинделя данная заготовка может обрабатываться на станке модели 16К50 (Приложение А, таблица А27). Но этот станок рассчитан на обработку крупногабаритных изделий и для данной детали будет использоваться с явной недогрузкой. По размеру заготовки, устанавливаемой над суппортом, можно планировать применение станков моделей 16Б16А и 16К20. Так как результаты расчетов заготовок показывают очень низкий коэффициент использования металла, и, следовательно, большой объем срезаемой стружки, предпочтение следует отдать станку модели 16К20, имеющему более мощный двигатель.

6 Выбор черновых и чистовых баз, мест и способов закрепления заготовки

В качестве черновой базы используем необработанную поверхность заготовки $\phi 96$ мм. Эта база будет использована только в начале технологического процесса, при первых закреплениях заготовки в трехкулачковом патроне станка. За чистовую базу принимаем центровочное отверстие, которое необходимо при закреплении заготовки с большим вылетом, когда потребуется поджатие вращающимся центром, установленном в задней бабке. Так же за чистовую базу принимаем обработанную поверхность $\phi 60$, при закреплении за которую можно проводить обработку поверхности под квадратную головку.

7 Определение очередности обработки поверхностей

В первую очередь обрабатываем базовые поверхности – обтачиваем торец и сверлим центровочное отверстие. При закреплении заготовки в патроне с поджатием вращающимся центром можно обработать поверхности $\phi 85$, канавку 4×1 , $\phi 60$, $M33 \times 1,5$. Обработка за одну установку гарантирует обеспечение соосности этих поверхностей. При закреплении за обработанную поверхность $\phi 60$ обтачивается левый торец детали, цилиндрическая поверхность $\phi 64$ под квадратную головку и сверлится сквозное отверстие $\phi 10$. Сверление поперечного отверстия $\phi 8$, фрезерование квадратной головки 44×44 можно проводить после токарной операции.

8 Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров

Операционные припуски назначаются по таблицам (Приложение А, таблицы А5...А10). Межоперационные размеры (МОР) рассчитываем для цилиндрических поверхностей $\phi 85$, $\phi 60$ и размера по длине детали 160.

Поверхность $\phi 85 h8$, шероховатость $Ra 2,5$. Поверхность будет обтачиваться начисто после черного точения (Приложение А, таблица А1).

Размер после черного точения:

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_2$$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 85 + 2 = 87$$

Поверхность $\phi 60h6$, шероховатость $Ra0,8$. Поверхность будет шлифоваться после чернового и чистового точения (Приложение А, таб. А1).

Размер после черновой обработки перед чистовой « A_1 »

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = 0,5 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 60 + 0,5 + 2 = 62,5$$

Размер после чистовой обработки перед шлифованием « A_2 »

$$A_2 = A_{\text{дет max}} + Z_1$$

$$Z_1 = 0,5 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$A_2 = 60 + 0,5 = 60,5$$

Размер по длине – 160мм, шероховатость $Ra12,5$ с обеих сторон. Поверхности будут обтачиваться на режимах чернового точения (Приложение А, таблица А1).

Строим расчетную схему.

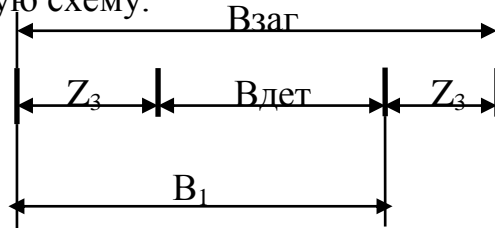


Рисунок Б8 Межоперационные размеры при обработке торцевых поверхностей

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = B_{\text{дет}} + Z_3$$

$$Z_3 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А8)}$$

$$B_1 = 160 + 2 = 162$$

9 Разработка операционных эскизов и составление текста переходов

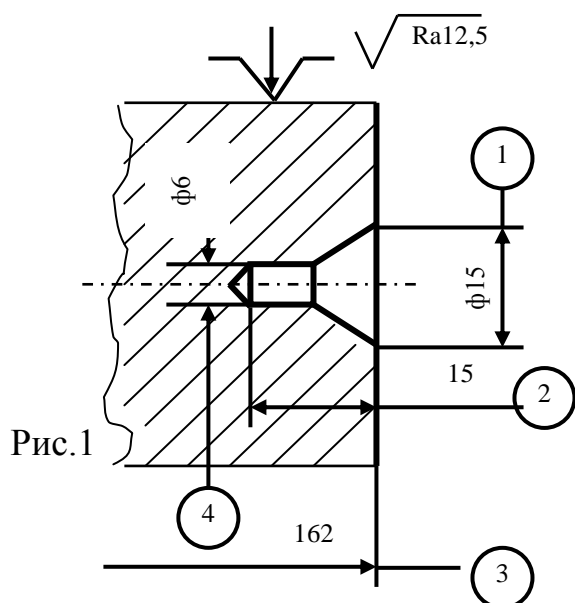


Рис.1

А Закрепить заготовку
(Рис.1)

1 Точить торец (3)

2 Сверлить центровочное
отверстие

(1) (2) (4)

Б Переустановить заготовку
(Рис.2)

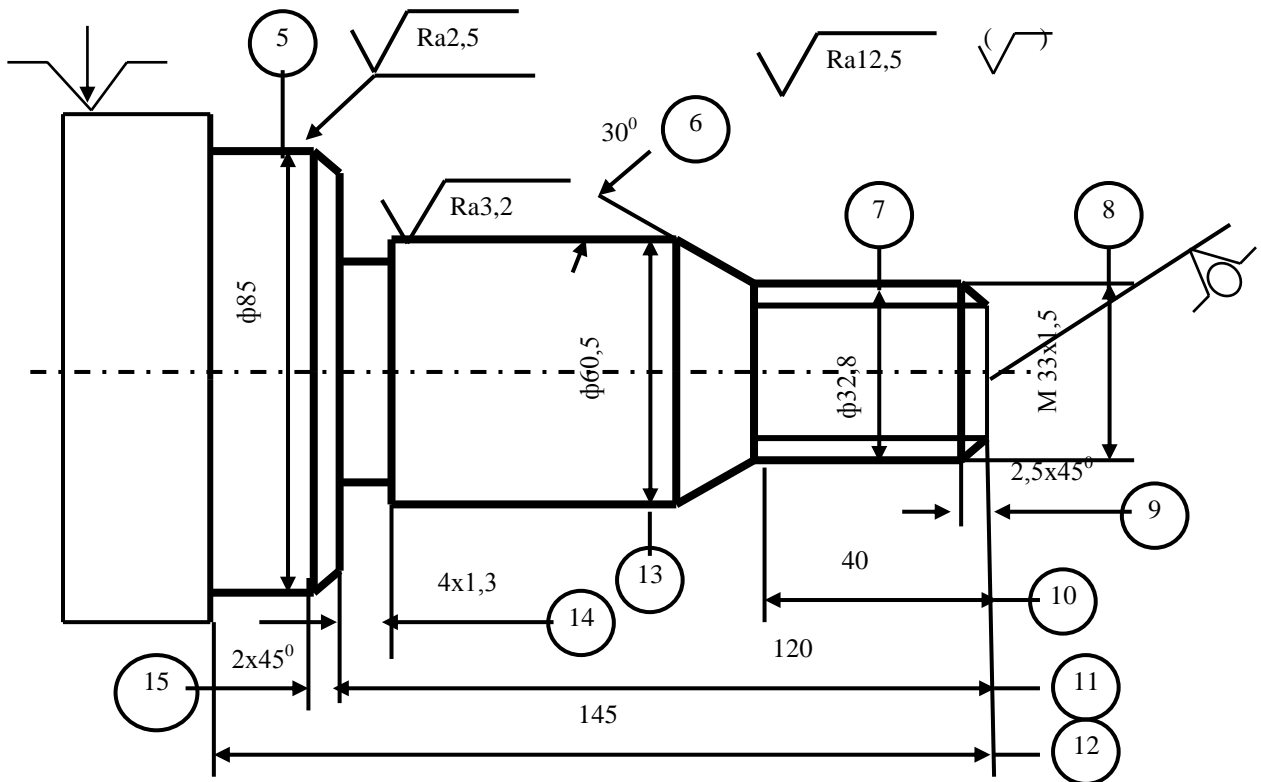


Рис. 2

- 3 Точить цилиндр (5) (12)
- 4 Точить цилиндр (13) (11)
- 5 Точить цилиндр (7) (10) (6)
- 6 Точить канавку (14)
- 7 Снять фаску (15)
- 8 Снять фаску (9)
- 9 Нарезать резьбу (8) (10)
- В Переустановить заготовку (Рис. 3)

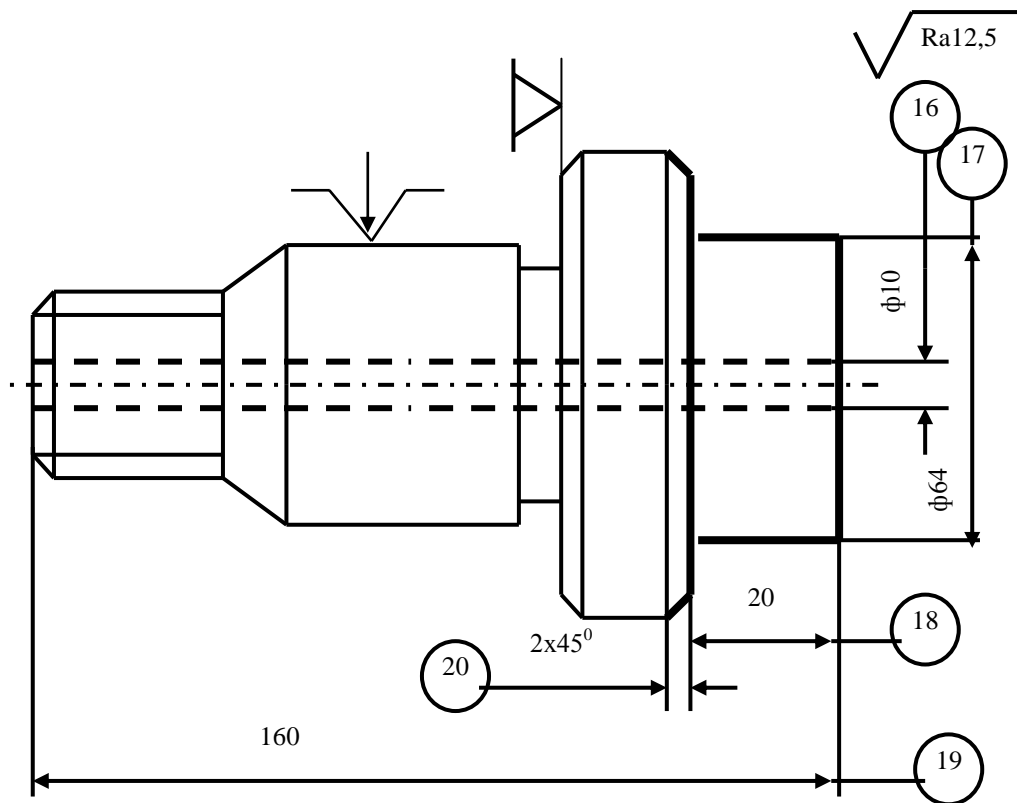


Рис. 3

- 10 Точить торец (19)
- 11 Точить цилиндр (17) (18)
- 12 Снять фаску (20)
- 13 Сверлить отверстие (16)
- Г Снять деталь

10 Подбор режущих инструментов

№	Содержание перехода	Режущий инструмент
1	Точить торец (3)	Проходной отогнутый $\phi 45^0$
2	Сверлить центровочное отверстие (1) (2) (4)	Сверло центровочное $\phi 6$
3	Точить цилиндр (5) (12)	Проходной упорный $\phi 90^0$
4	Точить цилиндр (13) (11)	Проходной упорный $\phi 90^0$
5	Точить цилиндр (7) (10) (6)	Проходной отогнутый $\phi 30^0$
6	Точить канавку (14)	Канавочный 4мм
7	Снять фаску (15)	Проходной отогнутый $\phi 45^0$
8	Снять фаску (9)	Проходной отогнутый $\phi 45^0$
9	Нарезать резьбу (8) (10)	Резьбонарезной $\epsilon 60^0$
10	Точить торец (19)	Проходной отогнутый $\phi 45^0$
11	Точить цилиндр (17) (18)	Проходной упорный $\phi 90^0$
12	Снять фаску (20)	Проходной отогнутый $\phi 45^0$
13	Сверлить отверстие (16)	Сверло $\phi 10$

11 Подбор мерительного инструмента

Выбор мерительного инструмента зависит от требуемой точности измерений, габаритов детали, формы и расположения измеряемых поверхностей. При токарной обработке используем штангенциркули двух типов (ШЦ-1, ШЦ-2). Для контроля резьбы - шагомеры (шаблоны) и резьбовые калибры.

12 Расчеты режимов резания и нормирование работ

Режимы резания рассчитываем для поверхности $\phi 60$ для этапов чернового и чистового точения. Табличные значения рекомендуемых режимов резания и технические характеристики металлорежущих станков взяты из Приложения А.

Расчет режимов резания при продольном точении.

Операция токарная, переход 4.

12.1 Содержание перехода – точить цилиндр 13 11 (черновое точение)

- 1 Размер готовой детали $d = 62,5\text{мм}$
- 2 Размер заготовки $D = 96\text{мм}$
- 3 Длина обрабатываемой поверхности $l = 120\text{мм}$
- 4 Перебег инструмента $l_2 = 0$
- 5 Материал заготовки – сталь 45
- 6 Предел прочности материала заготовки - 610 МПа
- 7 Состояние поверхности заготовки - прокат с коркой
- 8 Материал резца - Т5К10
- 9 Главный угол в плане $\varphi = 90^0$
- 10 Модель станка 16К20
- 11 Глубина резания, допустимая жесткостью системы СПИД $t = 3\text{мм}$
- 12 Припуск на обработку на сторону

$$z = (D - d) / 2 = (96 - 62,5) / 2 = 16,3\text{мм}$$
- 13 Число проходов $i = z / t = 16,3 / 3 \approx 6$
- 14 Глубина резания фактическая $t_{\phi} = z / i = 16,3 / 6 = 2,8\text{мм}$
- 15 Выбор подачи по справочным таблицам $S_T = 0,4\text{ мм/об}$
- 16 Корректировка подачи по станку $S_{\phi} = 0,4\text{ мм/об}$
- 17 Скорость резания табличная $V_T = 166\text{ м/мин}$
- 18 Принятая стойкость инструмента $T = 45\text{мин}$
- 19 Поправочный коэффициент, $K_1 = 1,06$ (для $T = 45\text{ мин.}$)
- 20 $K_2 = 1,15$ (для 610 МПа)

- 21 $K_3 = 0,8$ (для заготовки с коркой)
- 22 $K_4 = 0,65$ (для резца марки Т5К10)
- 23 $K_5 = 0,81$ (для угла $\varphi = 90^0$)
- 24 Скорость резания, расчетная
 $V_p = V_T * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 166 * 1,06 * 1,15 * 0,8 * 0,65 * 0,81 = 85,2 \text{ м/мин}$
- 25 Расчетное число оборотов
 $n_{\text{расч}} = 1000 * V_p / \pi / D = 1000 * 85,2 / 3,14 / 96 = 282,7 \text{ об/мин}$
- 26 Корректировка числа оборотов по станку $n_{\phi} = 250 \text{ об/мин}$
- 27 Фактическая скорость резания
 $V_{\phi} = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 96 * 250 / 1000 = 75,4 \text{ м/мин}$
- 28 Путь врезания $l_1 = t * \text{ctg } \phi = 2,8 * \text{ctg } 90^0 = 0$
- 29 Расчетная длина точения $L = l_1 + l_2 = 0 + 120 + 0 = 120 \text{ мм}$
- 30 Основное технологическое время
 $T_0 = L * i / n / S = 120 * 6 / 250 / 0,4 = 7,2 \text{ мин}$

12.2 Содержание перехода – точить цилиндр (13) (11) (чистовое точение)

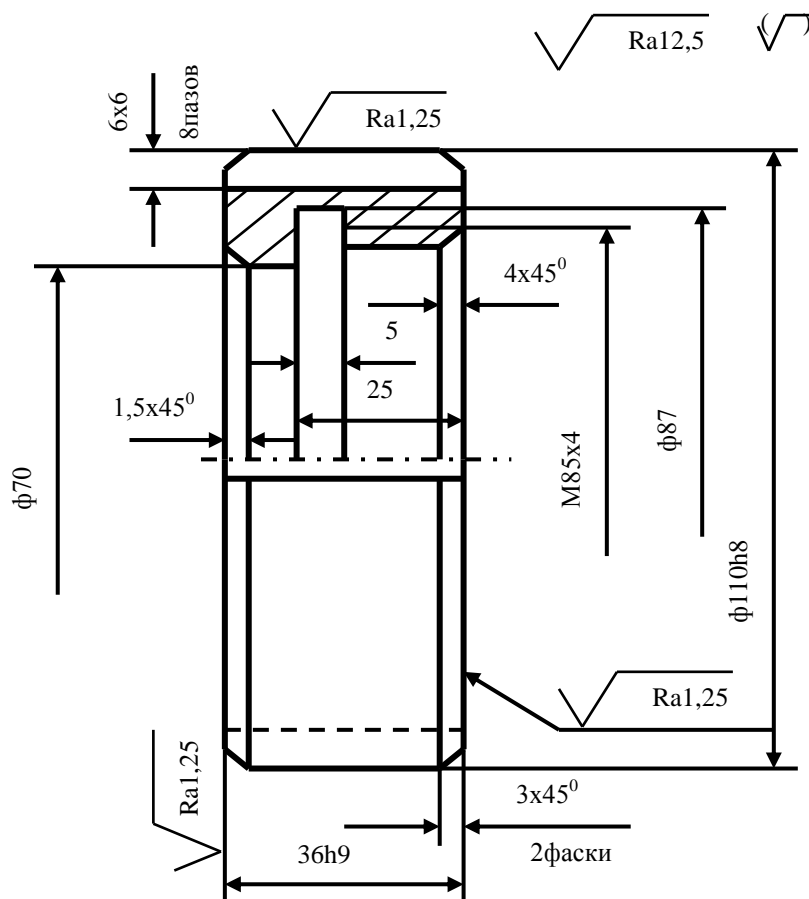
- 1 Размер готовой детали $d = 60,5 \text{ мм}$
- 2 Размер заготовки $D = 62,5 \text{ мм}$
- 3 Длина обрабатываемой поверхности $l = 56 \text{ мм}$
- 4 Перебег инструмента $l_2 = 1,5 \text{ мм}$
- 5 Материал заготовки – сталь 45
- 6 Предел прочности материала заготовки - 610 МПа
- 7 Состояние поверхности заготовки - прокат без корки
- 8 Материал резца – Т15К6
- 9 Главный угол в плане $\varphi = 90^0$
- 10 Модель станка 16К20
- 11 Глубина резания, допустимая жесткостью системы СПИД $t = 1 \text{ мм}$
- 12 Припуск на обработку на сторону
 $z = (D - d) / 2 = (62,5 - 60,5) / 2 = 1,0 \text{ мм}$
- 13 Число проходов $i = z / t = 1,0 / 1 = 1$

- 14 Глубина резания фактическая $t_\phi = z / i = 1 / 1 = 1,0\text{мм}$
- 15 Выбор подачи по справочным таблицам $S_T = 0,25\text{ мм/об}$
- 16 Корректировка подачи по станку $S_\phi = 0,25\text{ мм/об}$
- 17 Скорость резания табличная $V_T = 222\text{ м/мин}$
- 18 Принятая стойкость инструмента $T = 90\text{мин}$
- 19 Поправочный коэффициент, $K_1 = 0,92$ (для $T = 90\text{ мин.}$)
- 20 $K_2 = 1,15$ (для 610 МПа)
- 21 $K_3 = 1$ (для заготовки без корки)
- 22 $K_4 = 1$ (для резца марки Т15К6)
- 23 $K_5 = 0,81$ (для угла $\phi = 90^0$)
- 24 Скорость резания, расчетная
 $V_p = V_T * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 222 * 0,92 * 1,15 * 1 * 1 * 0,81 = 190\text{м/мин}$
- 25 Расчетное число оборотов
 $n_{\text{расч}} = 1000 * V_p / \pi / D = 1000 * 190 / 3,14 / 62,5 = 968,2\text{об/мин}$
- 26 Корректировка числа оборотов по станку $n_\phi = 1000\text{ об/мин}$
- 27 Фактическая скорость резания
 $V_\phi = \pi * D * n_\phi / 1000 = 3,14 * 62,5 * 1000 / 1000 = 196\text{ м/мин}$
- 28 Путь врезания $l_1 = t * \text{ctg } \phi = 1 * \text{ctg } 90^0 = 0$
- 29 Расчетная длина точения $L = l_1 + l + l_2 = 0 + 56 + 1,5 = 57,5\text{мм}$
- 30 Основное технологическое время
 $T_o = L * i / n / S = 57,5 * 1 / 1000 / 0,25 = 0,23\text{ мин}$

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример разработки технологического процесса изготовления детали типа «Гайка»

1 Чертеж детали (оформляется на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД).



2 Анализ чертежа детали.

Деталь имеет форму кольца со ступенчатым отверстием и внутренней резьбой. На наружной поверхности расположены 8 пазов размером 6×6 под ключ. Торцевые поверхности детали и наружная поверхность могут быть получены обтачиванием на токарном станке. Внутренне ступенчатое отверстие можно получить сверлением и растачиванием так же на токарном станке. Резьбу можно нарезать резьбонарезным резцом для внутренних резьб.

Рисунок В1. Гайка. Сталь 40Х, HRC 28...32

Пазы на наружной поверхности можно получить фрезерованием дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке с применением делительной головки.

Точность размеров и шероховатость поверхностей обеспечивается соответствующими (приложение А, таблица А1) видами обработки:

Наружная поверхность $\phi 110h8$, $Ra1,25$ – шлифование после чистового и чернового продольного точения.

Торцевые поверхности размера $36h9$, $Ra1,25$ – шлифование после чернового и чистового поперечного точения.

Для остальных поверхностей точность размеров не оговаривается, шероховатость $Ra6,3$ – получистовое точение.

Материал детали – сталь 40Х. Это конструкционная легированная сталь, относится к группе «термически улучшаемые».

Механические свойства материала: $\sigma_{вр} = 640\text{МПа}$, $\sigma_{т} = 380\text{МПа}$, $\delta = 18\%$, $\psi = 45\%$.

Химический состав: $C = 0,37...0,42\%$

Сталь хорошо обрабатывается резанием. Для обеспечения твердости HRC 28...32 необходимо провести термическую обработку: закалку в масле и средний отпуск. Термическая обработка должна проводиться после этапа лезвийного резания - точения, сверления, фрезерования, перед абразивной обработкой - шлифованием.

На основании проделанного анализа чертежа детали составляем предварительный технологический маршрут (рисунок В2).



Рисунок В2. Технологический маршрут изготовления детали «Гайка»

3. Содержание токарной операции и разработка чертежа для токарной обработки (токарная заготовка).

При токарной обработке невозможно получить пазы под ключ размером 8х8.

Наружная поверхность размером 110h8, Ra1,25 будет шлифоваться. Поэтому оставляем припуск на шлифование и на чертеже указываем размер

110,6. Точный расчет приведен в разделе «Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров». Так же припуск под шлифование необходимо оставить на торцевых поверхностях размера 36h9 (Ra1,25).

Остальные поверхности и их размеры оставляем без изменений (рисунок В3).

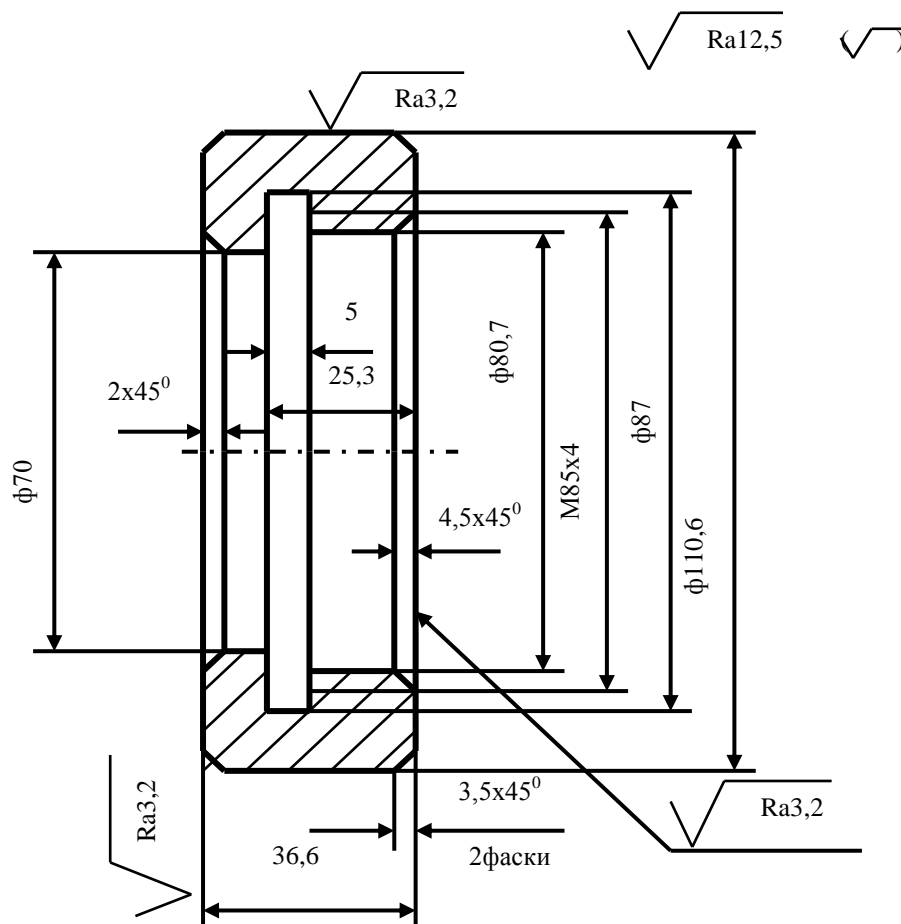


Рисунок В3. Чертеж токарной заготовки (оформляется на формате А4)

4 Выбор способа получения заготовки и расчет её размеров

Для условий ремонтных мастерских предприятия наиболее доступными видами заготовок являются поковки, полученные методом свободной ковки и горячекатаный прокат.

Вариант 1. Заготовка – прокат.

Заготовка из проката имеет самую простую форму – цилиндр, в контуры которого должны вписываться, с учетом припусков на обработку, контуры изготавливаемой детали.

Размеры проката определяем по двум наибольшим размерам детали: наружному диаметру и длине.

Наибольший размер по диаметру - $\phi 110h8$, Ra1,25 Поверхность будет шлифоваться после черного и чистового продольного точения. Необходимо учитывать припуски на все виды обработки.

$$A_{заг} = A_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + [-T_{Aзаг}],$$

где: $Z_1 = 0,6$ (приложение А, таблица А7)

$Z_2 = 2$ (приложение А, таблица А6)

$Z_3 = 5,5$ (приложение А, таблица А5)

$[-T_{Aзаг}] = 1,7$ (приложение А, таблица А11)

$$A_{заг} = 110 + 0,6 + 2,0 + 5,5 + 1,7 = 119,8$$

По таблице А11(приложение А) принимаем ближайший больший размер круглого проката $\phi 120^{+0,8}_{-2,0}$

Рассчитываем длину заготовки.

Наибольший размер по длине - $36h9$, Ra1,25 с обеих сторон. Поверхности будут шлифоваться после черного и чистового поперечного точения.

$$B_{заг} = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + T_{Bзаг},$$

где: $Z_1 = 0,3$ (приложение А, таблица А10)

$Z_2 = 0,7$ (приложение А, таблица А9)

$Z_3 = 2$ (приложение А, таблица А8)

$T_{Bзаг} = 1,0$ по 15 качеству точности (приложение А, таблица А12)

$$B_{заг} = 36 + 0,3 + 0,7 + 2 + 0,3 + 0,7 + 2 + 1,0 = 43_{-1,0}$$

Вариант 2. Заготовка – поковка.

Размеры поковки определяем по трем основным размерам детали: наибольшему диаметру наружной поверхности, наименьшему диаметру отверстия и ширине.

$$A_{заг} = (A_{дет} + Z) \pm T_{Aзаг}$$

Наибольший размер по диаметру - $\phi 110h8$

$Z = 9$ (приложение А, таблица А4)

$T_{Aзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{заг} = (110 + 9) \pm 2 = 119 \pm 2$$

Наибольший размер по длине - $36h9$,

$$B_{заг} = (B_{дет} + Z) \pm T_{Bзаг}$$

$Z = 7$ (приложение А, таблица А4)

$T_{Bзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$B_{заг} = (36 + 7) \pm 2 = 43 \pm 2$$

Наименьший размер отверстия - $\phi 70$

$$A_{заг} = (A_{дет} - Z) \pm T_{Aзаг}$$

$Z = 14$ (приложение А, таблица А4)

$T_{Aзаг} = \pm 2$ (приложение А, таблица А4)

$$A_{заг} = (70 - 14) \pm 2 = 56 \pm 2$$

По результатам расчетов оформляем чертежи заготовок (рисунки В4, В5).

После разработки эскизов заготовок определяем коэффициент использования металла:

$$K = \frac{P_d}{P_z},$$

где P_d – вес готовой детали

P_z – вес заготовки

Для определения веса необходимо вычислить объём. Разбиваем деталь и заготовки на элементарные фигуры. Мелкие элементы (фаски, канавки, небольшие отверстия) во внимание не принимаем.

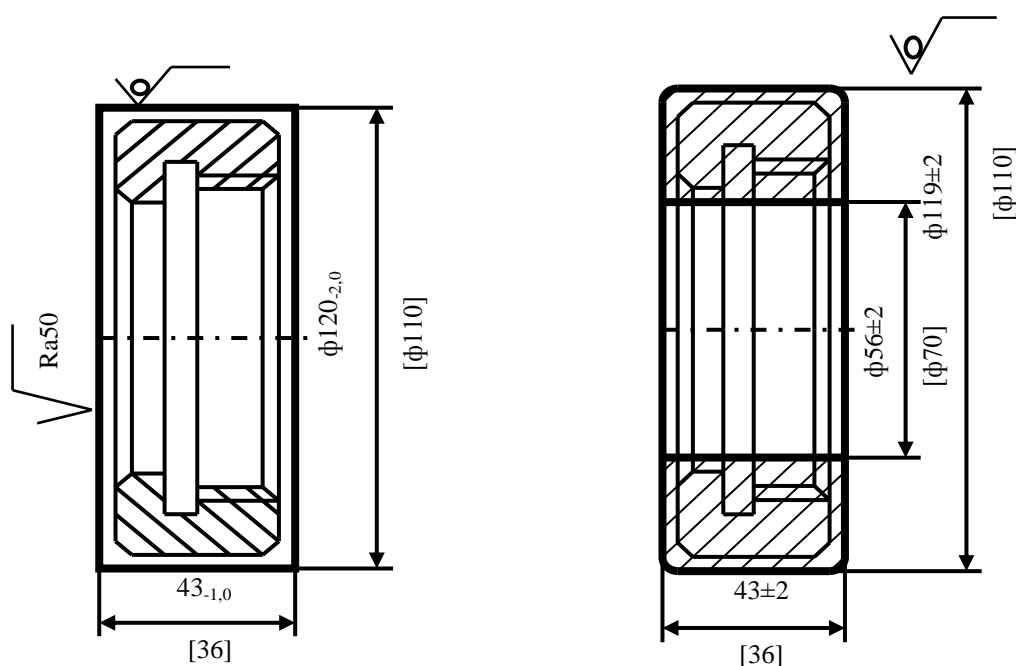
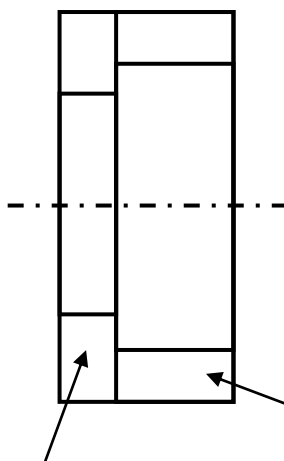


Рисунок В4. Заготовка прокат.
Сталь 40х, НВ 220...240

Рисунок В5. Заготовка поковка.
Сталь 40х, НВ 220...240

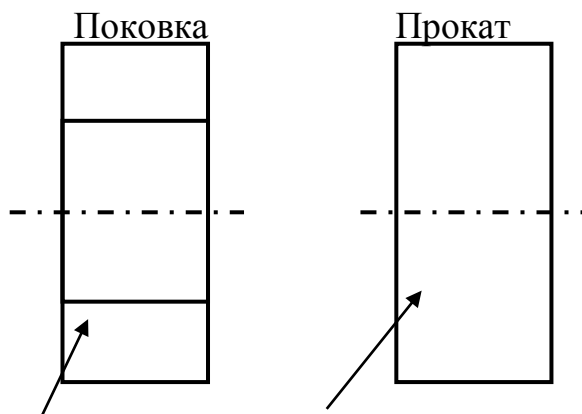
Рисунок В6.
Разбивка детали
«Гайка» на
элементарные
фигуры



Фигура	Кольцо	Кольцо
Размеры (мм)	φ110хφ70х11	φ110хφ80х25
Объём (см ³)	62,172	111,86

Вес детали: $(62,172 + 111,86) * 7,8 = 1,357$ кг

Рисунок В7.
Разбивка заготовок
на элементарные
фигуры



Фигура	Кольцо	Цилиндр
Размеры (мм)	ф119хф56х43	ф120х43
Объем (см ³)	372,15	486,07

Вес поковки: $372,15 * 7,8 = 2,902$ кг

Вес проката: $486,07 * 7,8 = 3,791$ кг

Коэффициент использования металла:

$$\text{Для проката } K = \frac{1,357}{3,791} = 0,35$$

$$\text{Для поковки } K = \frac{1,357}{2,902} = 0,467$$

В виду отсутствия на предприятии технологических возможностей получения поковки в качестве заготовки используем прокат.

5 Выбор станочного оборудования

Габариты обрабатываемой заготовки ф110х36. По размеру заготовки, устанавливаемой над суппортом, можно планировать применение станков моделей 16Б16А и 16К20 (Приложение А, таблица А27). Так как результаты расчетов заготовок показывают очень низкий коэффициент использования металла, и, следовательно, большой объем срезанной стружки, предпочтение следует отдать станку модели 16К20, имеющему более мощный двигатель.

6 Выбор черновых и чистовых баз, мест и способов закрепления заготовки

В качестве черновой базы используем необработанную поверхность заготовки ф120мм. Эта база будет использована только в начале технологического процесса, при первых закреплениях заготовки в трехкулачковом патроне станка. За чистовую базу принимаем торец и поверхность отверстия под резьбу ф80,7. Так же за чистовую базу принимаем обработанную поверхность ф110, при закреплении за которую можно нарезать резьбу М85х4.

7 Определение очередности обработки поверхностей

В первую очередь обрабатываем базовые поверхности – обтачиваем торец, сверлим и растачиваем центральное отверстие. При закреплении за обработанную поверхность ф80,7 обтачивается второй торец детали и цилиндрическая поверхность ф110. Нарезание резьбы М85х4 проводим в конце токарной операции. Фрезерование 8 пазов 6х6 можно проводить после токарной операции.

8 Назначение операционных припусков и расчет межоперационных размеров

Операционные припуски назначаются по таблицам (Приложение А, таблицы А5...А10). Межоперационные размеры рассчитываем для цилиндрической поверхности ф110, отверстия под резьбу ф80,7 и размера по длине детали 36.

Поверхность ф110h8, шероховатость Ra0,8. Поверхность будет шлифоваться после черного и чистового точения (Приложение А, таб. А1).

Размер после черновой обработки перед чистовой «А₁»

$$A_1 = A_{\text{дет max}} + Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = 0,6 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 110 + 0,6 + 2 = 112,6$$

Размер после чистовой обработки перед шлифованием «А₂»

$$A_2 = A_{\text{дет max}} + Z_1$$

$$Z_1 = 0,6 \text{ (Приложение А, таблица А7)}$$

$$A_2 = 110 + 0,6 = 110,6$$

Отверстие ф80,7, шероховатость Ra3,2. Поверхность будет растачиваться начисто после черного растачивания (Приложение А, таб. А1).

Размер после черного растачивания: $A_1 = A_{\text{дет}} - Z_2$

$$Z_2 = 2 \text{ (Приложение А, таблица А6)}$$

$$A_1 = 80,7 - 2 = 78,7$$

Размер по длине – 36мм, шероховатость Ra1,25 с обеих сторон. Поверхности будут шлифоваться после черного и чистового поперечного точения (Приложение А, таблица А1). Порядок обработки: один торец обтачивается начерно и начисто, затем, после перезакрепления заготовки, обтачивается начерно и начисто другой торец.

Строим расчетную схему.

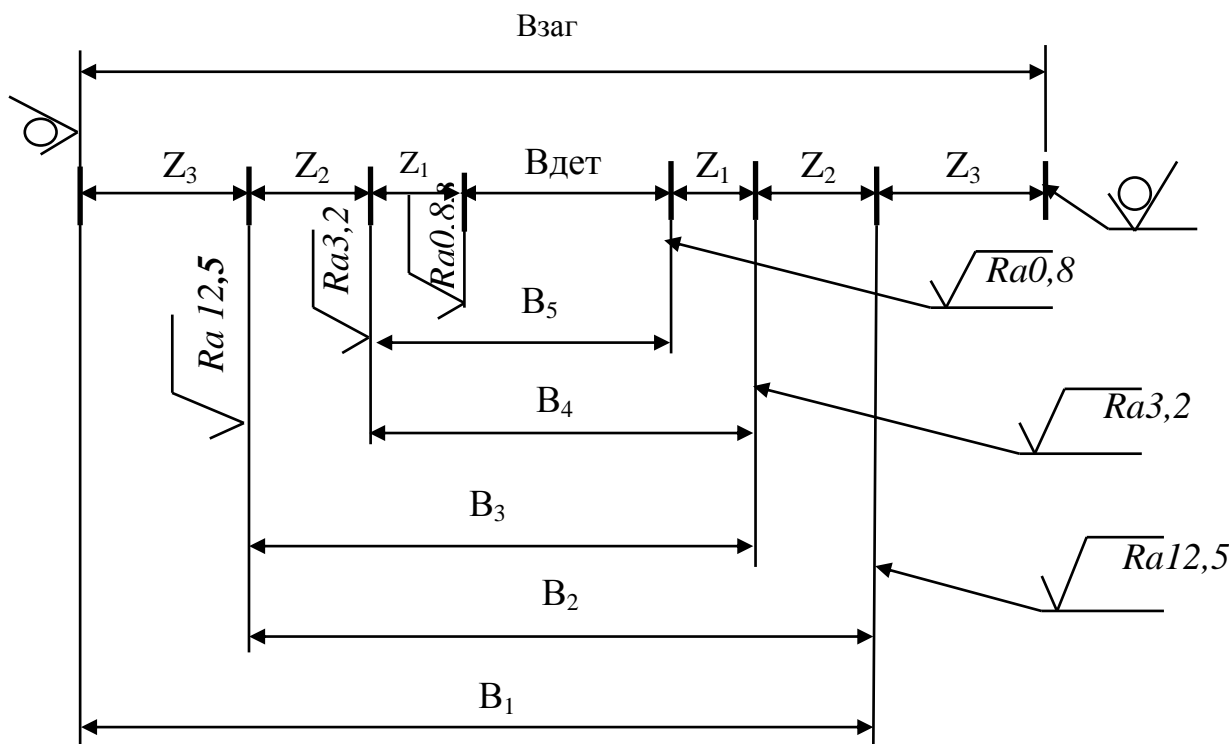


Рисунок В8 Расчетная схема для вычисления МОР по длине детали

Размер после черновой обработки одного торца:

$$B_1 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1 + Z_2$$

$Z_1 = 0,3$ (Приложение А, таблица 10)

$Z_2 = 0,7$ (Приложение А, таблица 9)

$Z_3 = 2$ (Приложение А, таблица 8)

$$B_1 = 36 + 0,3 + 0,7 + 0,3 + 0,7 + 2 = 40$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_2 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_1$$

$$B_2 = 36 + 0,3 + 0,7 + 2 + 0,3 = 39,3$$

Размер после черновой обработки другого торца:

$$B_3 = B_{дет} + Z_1 + Z_2 + Z_1$$

$$B_3 = 36 + 0,3 + 0,7 + 0,3 = 37,3$$

Размер после чистовой обработки этого же торца:

$$B_4 = B_{дет} + Z_1 + Z_1$$

$$B_4 = 36 + 0,3 + 0,3 = 36,6$$

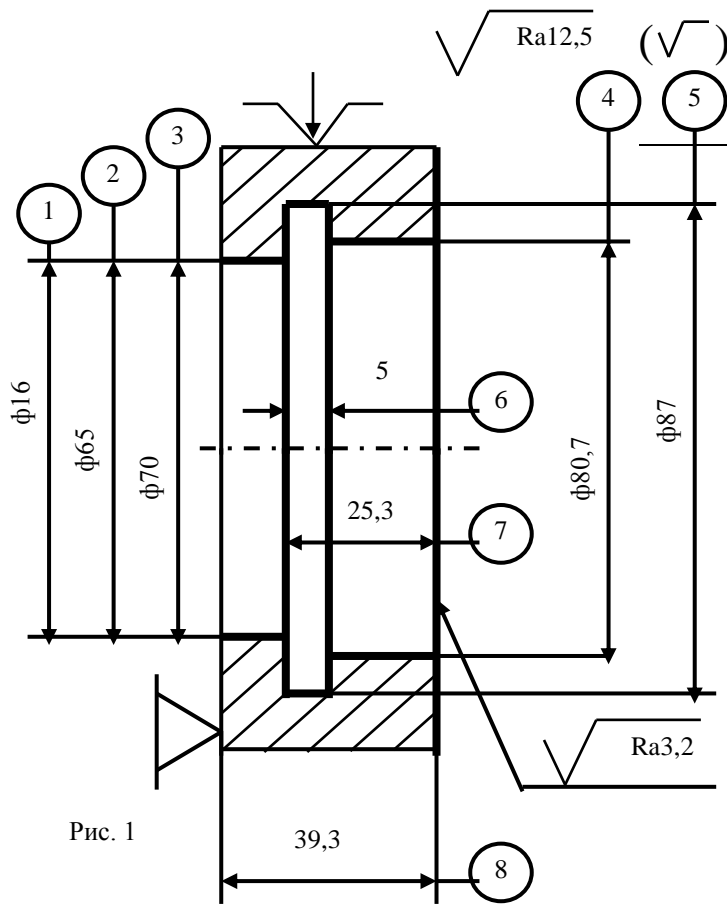
Размер после шлифования одного торца:

$$B_5 = B_{дет} + Z_1$$

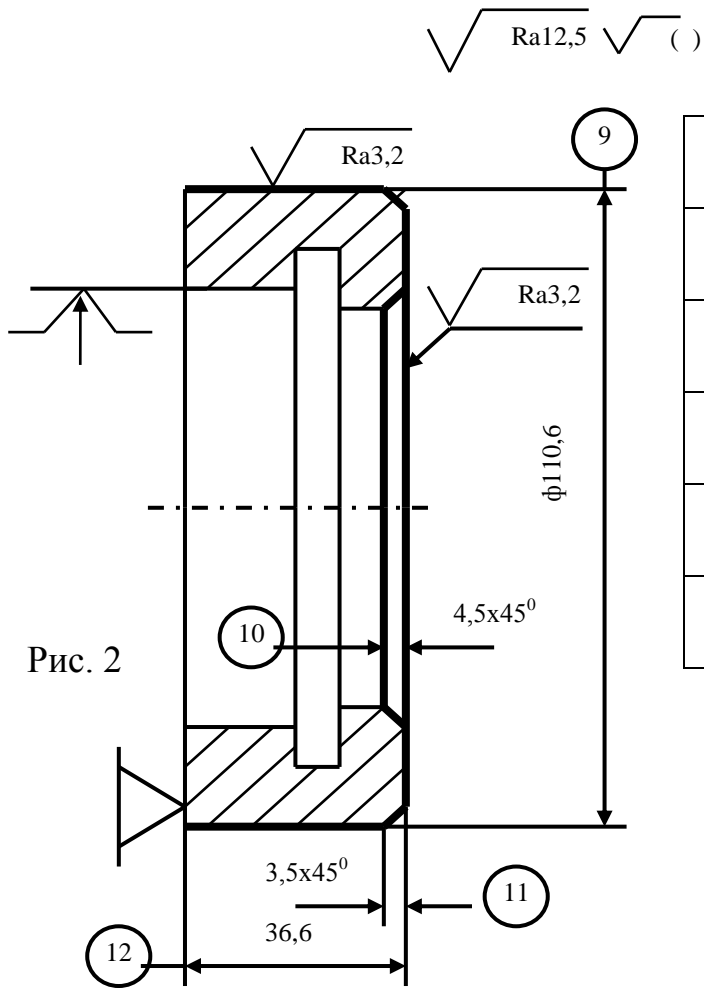
$$B_5 = 36 + 0,3 = 36,3$$

После шлифования второго торца будет получен размер готовой детали 36h9.

9 Разработка операционных эскизов и составление текста переходов

Токарная операция.
Первая установка

№	Содержание перехода
А	Закрепить заготовку (Рис.1)
1	Точить торец (8)
2	Сверлить отверстие (1)
3	Рассверлить отверстие (2)
4	Расточить отверстие (3)
5	Расточить отверстие (4)
	Расточить канавку (5)
Б	Переустановить заготовку (Рис. 2)



Токарная операция.
Вторая установка

№	Содержание перехода
7	Точить торец (12)
8	Точить цилиндр (9)
9	Снять фаску (11)
10	Снять фаску (10)
В	Переустановить заготовку (Рис. 3)

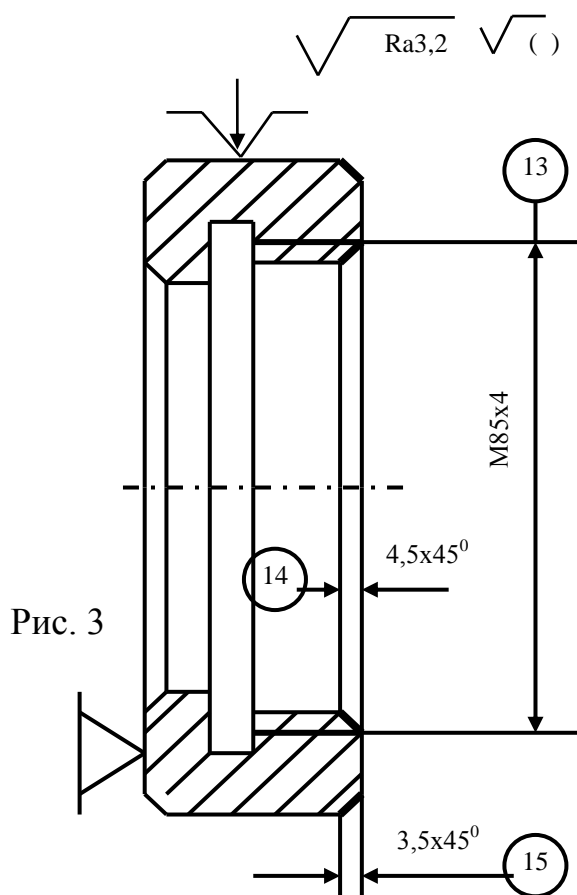


Рис. 3

Токарная операция.
Третья установка

№	Содержание перехода
11	Снять фаску (15)
12	Снять фаску (14)
13	Нарезать резьбу (13)
Г	Снять деталь

10 Подбор режущих инструментов

№	Содержание перехода	Режущий инструмент
1	Точить торец (8)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
2	Сверлить отверстие (1)	Сверло $\varphi 16$
3	Рассверлить отверстие (2)	Сверло $\varphi 65$
4	Расточить отверстие (3)	Расточной $\varphi 45^0$
5	Расточить отверстие (4) (7)	Расточной $\varphi 90^0$
6	Расточить канавку (5) (6) (7)	Расточной канавочный 5мм
7	Точить торец (12)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$

8	Точить цилиндр (9)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
9	Снять фаску (11)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
10	Снять фаску (10)	Расточной $\varphi 45^0$
11	Снять фаску (15)	Проходной отогнутый $\varphi 45^0$
12	Снять фаску (14)	Расточной $\varphi 45^0$
13	Нарезать резьбу (13)	Резьбонарезной $\varepsilon 60^0$

11 Подбор мерительного инструмента

Выбор мерительного инструмента зависит от требуемой точности измерений, габаритов детали, формы и расположения измеряемых поверхностей. При токарной обработке используем штангенциркули двух типов (ШЦ-1, ШЦ-2). Для контроля резьбы - шагомеры (шаблоны) и резьбовые калибры.

12 Расчеты режимов резания и нормирование работ

Режимы резания рассчитываем для поверхности торца размера 36 при второй установке (операционный эскиз по Рис.3) для этапов черного и чистового точения. Табличные значения рекомендуемых режимов резания и технические характеристики металлорежущих станков взяты из Приложения А.

Расчет режимов резания при поперечном точении.

Операция токарная, переход 7.

12.1 Содержание перехода – точить торец (12) (черновое точение)

- 1 Длина готовой детали $b = 37,3\text{мм}$
- 2 Длина заготовки $B = 39,3\text{мм}$
- 3 Наибольший диаметр обрабатываемой поверхности $D = 120\text{мм}$
- 4 Наименьший диаметр обрабатываемой поверхности $d = 70\text{мм}$
- 5 Длина обрабатываемой поверхности $l = (D - d) / 2 = 25\text{мм}$
- 6 Перебег инструмента $l_2 = 1,5\text{мм}$

- 7 Материал заготовки Сталь 40х
- 8 Предел прочности материала заготовки 640МПа
- 9 Состояние поверхности заготовки - без корки
- 10 Материал резца - Т5К10
- 11 Главный угол в плане $\varphi = 45^0$
- 12 Модель станка 16К20
- 13 Глубина резания, допустимая жесткостью системы СПИД $t = 3\text{мм}$
- 14 Припуск на обработку $z = B - b = 39,3 - 37,3 = 2,0\text{мм}$
- 15 Число проходов $i = z / t = 2/3 \approx 1$
- 16 Глубина резания фактическая $t_\phi = z / i = 2/1 = 2$
- 17 Выбор подачи по справочным таблицам $S_T = 0,8\text{мм/об}$
- 18 Корректировка подачи по станку $S_\phi = 0,8\text{мм/об}$
- 19 Скорость резания табличная $V_T = 140\text{м/мин}$
- 20 Принятая стойкость инструмента $T = 45\text{мин}$
- 21 Поправочный коэффициент, $K_1 = 1,06$ (для $T = 45$ мин.)
- 22 $K_2 = 1,15$ (для 640 МПа)
- 23 $K_3 = 1$ (для заготовки без корки)
- 24 $K_4 = 0,65$ (для резца марки Т5К10)
- 25 $K_5 = 1$ (для угла $\varphi = 45^0$)
- 26 Скорость резания, расчетная
 $V_p = V_T * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 140 * 1,06 * 1,15 * 1 * 0,65 * 1 = 111\text{м/мин}$
- 27 Расчетное число оборотов
 $n_{\text{расч}} = 1000 * V_p / \pi / D = 1000 * 111 / 3,14 / 120 = 294\text{об/мин}$
- 28 Корректировка числа оборотов по станку $n_\phi = 250\text{об/мин}$
- 29 Фактическая скорость резания
 $V_\phi = \pi * D * n_\phi / 1000 = 3,14 * 120 * 250 / 1000 = 94,2\text{м/мин}$
- 30 Путь врезания $l_1 = t * \text{ctg } \phi = 2 * \text{ctg} 45^0 = 2 \text{ мм}$
- 31 Расчетная длина точения $L = l_1 + l + l_2 = 2 + 25 + 1,5 = 28,5\text{мм}$
- 32 Основное технологическое время

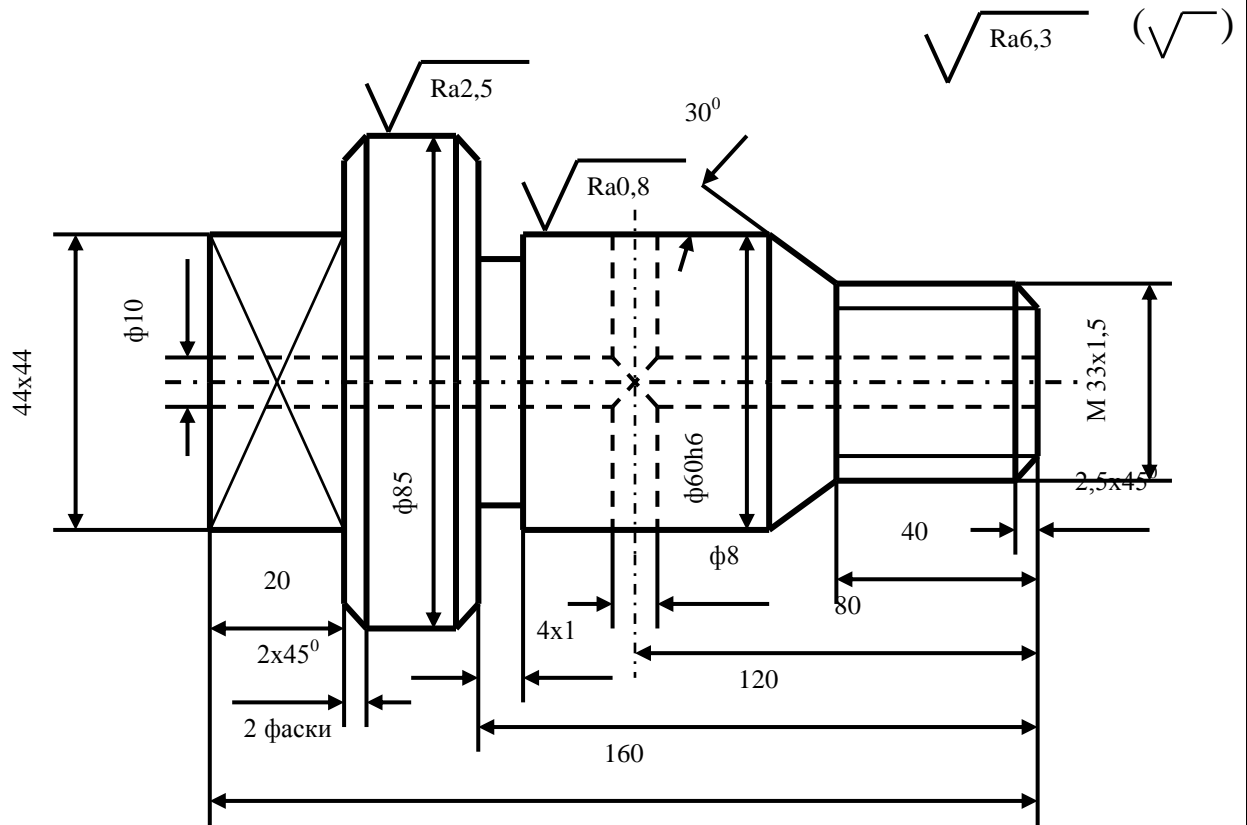
$$T_0 = L \cdot i / n / S = 28,5 \cdot 1 / 250 / 0,8 = 0,14 \text{ мин}$$

12.2 Содержание перехода – точить торец (12) (чистовое точение)

- 1 Длина готовой детали $b = 36,6 \text{ мм}$
- 2 Длина заготовки $B = 37,3 \text{ мм}$
- 3 Наибольший диаметр обрабатываемой поверхности $D = 120 \text{ мм}$
- 4 Наименьший диаметр обрабатываемой поверхности $d = 70 \text{ мм}$
- 5 Длина обрабатываемой поверхности $l = (D - d) / 2 = 25 \text{ мм}$
- 6 Перебег инструмента $l_2 = 1,5 \text{ мм}$
- 7 Материал заготовки Сталь 40х
- 8 Предел прочности материала заготовки 640 МПа
- 9 Состояние поверхности заготовки - без корки
- 10 Материал резца - Т15К6
- 11 Главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$
- 12 Модель станка 16К20
- 13 Глубина резания, допустимая жесткостью системы СПИД $t = 1 \text{ мм}$
- 14 Припуск на обработку $z = B - b = 37,3 - 36,6 = 0,7 \text{ мм}$
- 15 Число проходов $i = z / t = 0,7 / 1 = 1$
- 16 Глубина резания фактическая $t_\phi = z / i = 0,7 / 1 = 0,7$
- 17 Выбор подачи по справочным таблицам $S_T = 0,25 \text{ мм/об}$
- 18 Корректировка подачи по станку $S_\phi = 0,25 \text{ мм/об}$
- 19 Скорость резания табличная $V_T = 210 \text{ м/мин}$
- 20 Принятая стойкость инструмента $T = 90 \text{ мин}$
- 21 Поправочный коэффициент, $K_1 = 0,92$ (для $T = 90 \text{ мин.}$)
- 22 $K_2 = 1,15$ (для 640 МПа)
- 23 $K_3 = 1$ (для заготовки без корки)
- 24 $K_4 = 1$ (для резца марки Т15К6)

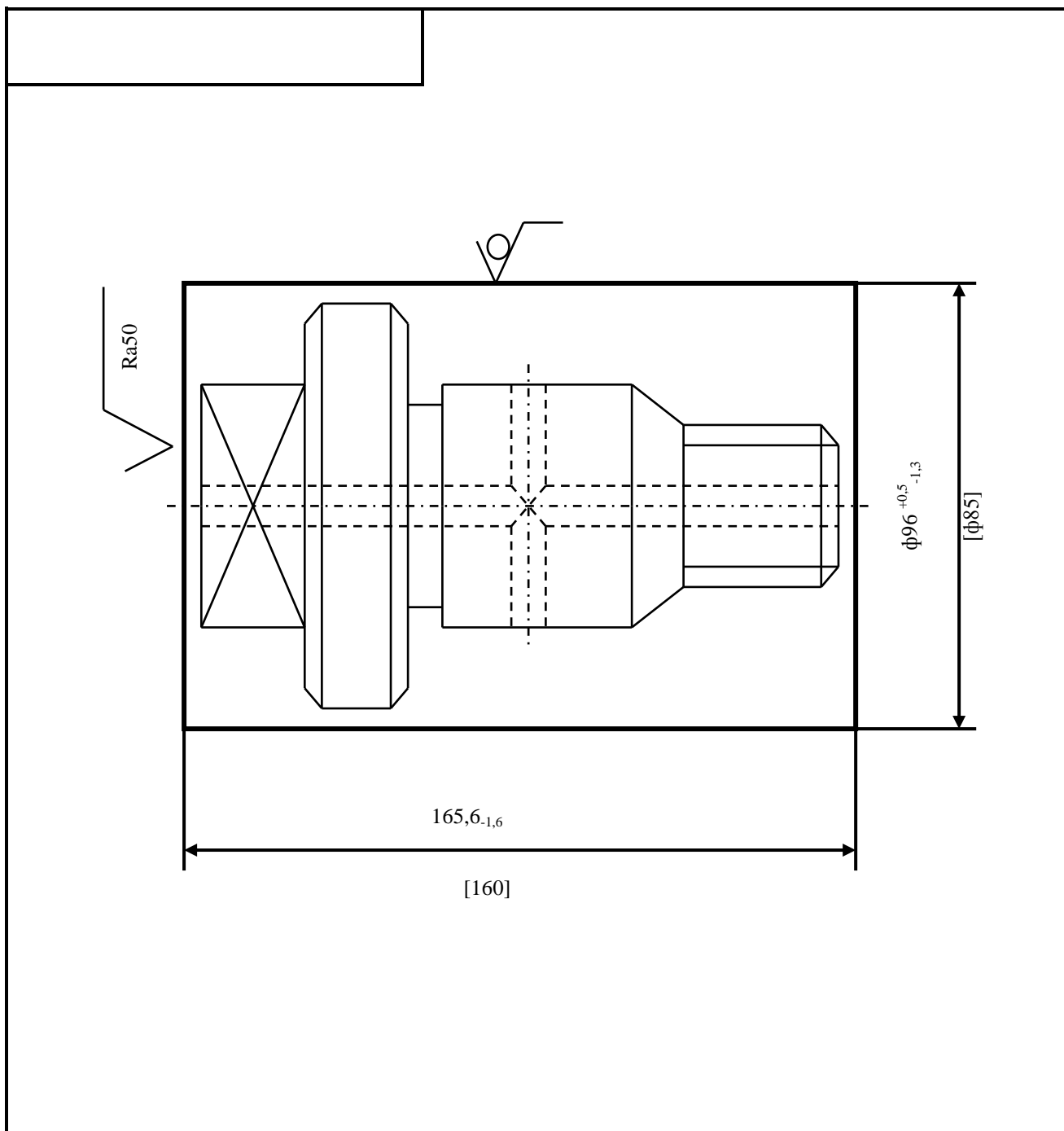
- 25 $K_5 = 1$ (для угла $\phi = 45^0$)
- 26 Скорость резания, расчетная
 $V_p = V_T * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 210 * 0,92 * 1,15 * 1 * 1 * 1 = 222 \text{ м/мин}$
- 27 Расчетное число оборотов
 $n_{\text{расч}} = 1000 * V_p / \pi / D = 1000 * 222 / 3,14 / 120 = 590 \text{ об/мин}$
- 28 Корректировка числа оборотов по станку $n_\phi = 500 \text{ об/мин}$
- 29 Фактическая скорость резания
 $V_\phi = \pi * D * n_\phi / 1000 = 3,14 * 120 * 500 / 1000 = 188 \text{ м/мин}$
- 30 Путь врезания $l_1 = t * \text{ctg } \phi = 0,7 * \text{ctg } 45^0 = 0,7 \text{ мм}$
- 31 Расчетная длина точения $L = l_1 + l + l_2 = 0,7 + 25 + 1,5 = 27,2 \text{ мм}$
- 32 Основное технологическое время
 $T_o = L * i / n / S = 27,2 * 1 / 500 / 0,25 = 0,21 \text{ мин}$

Пример оформления рабочих чертежей детали и заготовки на формате А4

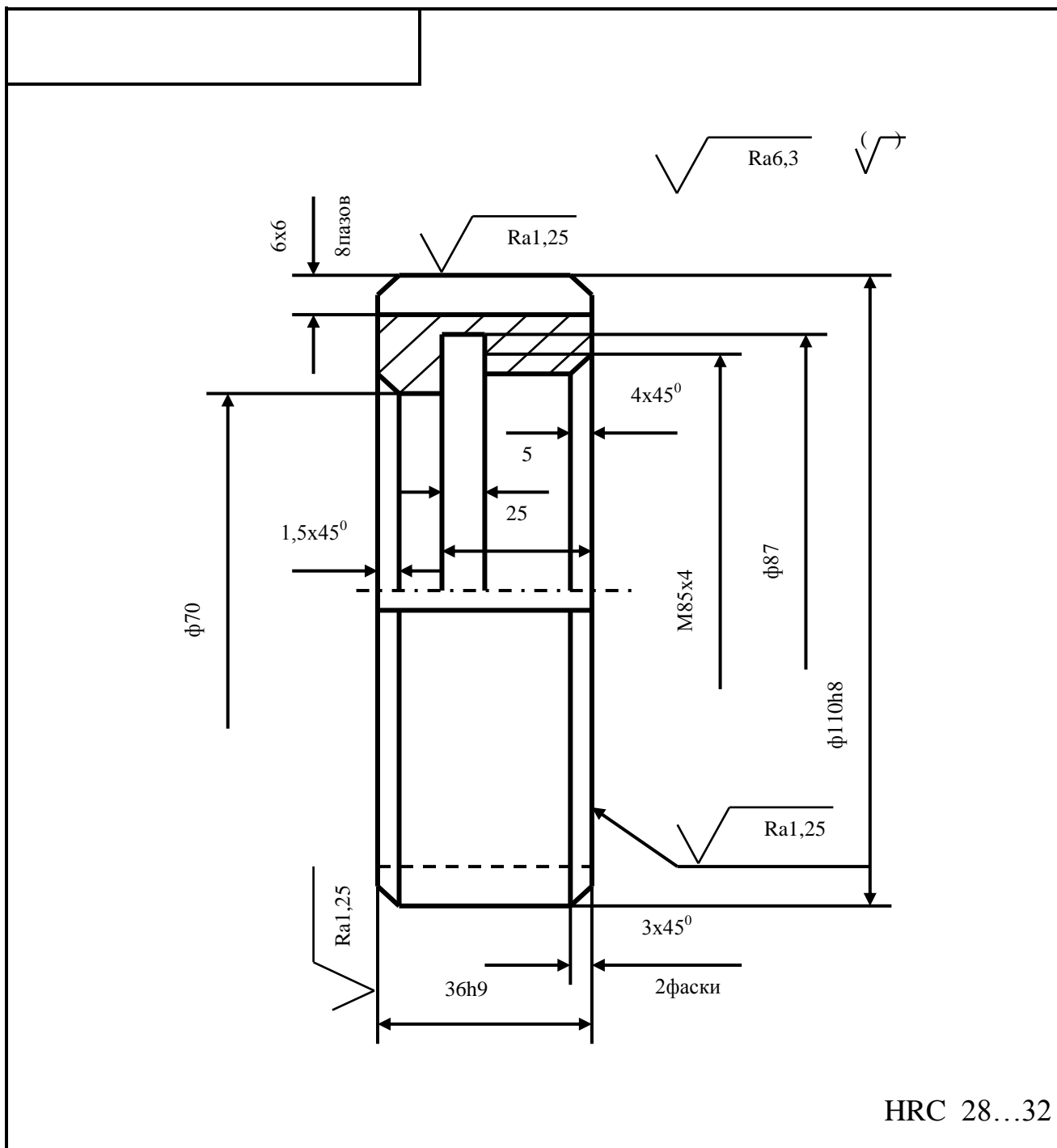


HRC 35...40

Из	Ли	№ лок	Пол.	Да	Опорная ось	Лит	Масса	Ма
Разраб.							3,2	1:1
Провер						Лист	Листов	
Н.конт					Сталь 45 ГОСТ 1050-89	БГАУ		
УТВ.								

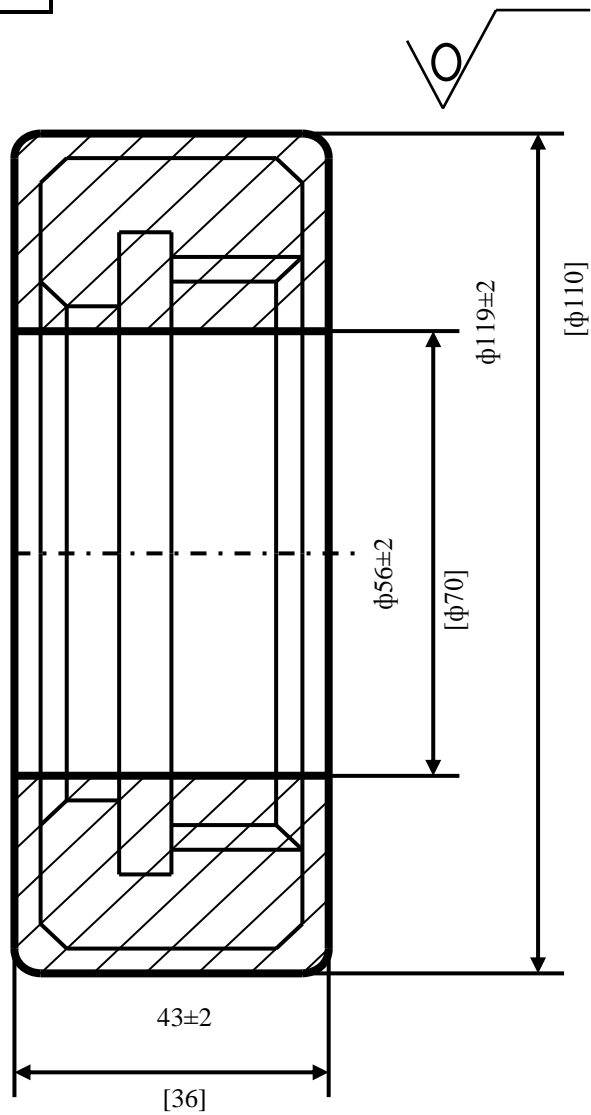


Из	Ли	№ лок	Пол	Ла	Заготовка опорной оси (прокат)	Лит	Масса	Ма
Разраб							9,3	1:2
Провер								
						Лист	Листов	
Н.конт					Сталь 45 ГОСТ 1050-89	БГАУ		
УТВ.								



HRC 28...32

Из	Ли	№ лок	Пол	Ла	Гайка	Лит	Масса	Ма
Разраб							1,4	1:1
Провер						Лист	Листов	
Н.конт					Сталь 40Х ГОСТ 1050-89	БГАУ		
УТВ.								



1. Поковку нормализовать

2. НВ 220...240

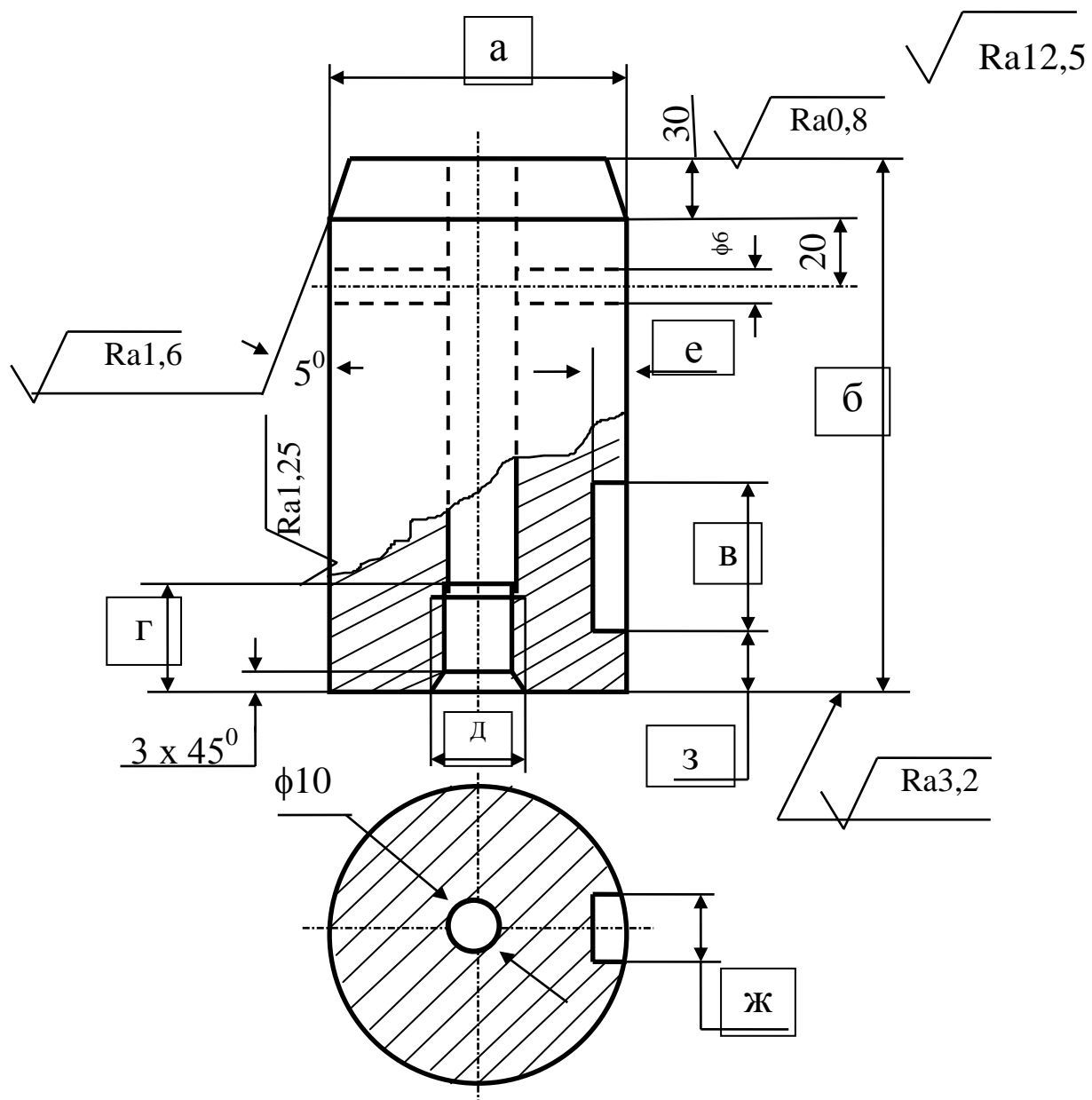
Из	Ли	№ док	Пол.	Да	Заготовка гайки (поковка)	Лит	Масса	Ма
Разраб.							2,9	1:1
Провер								
						Лист	Листов	
Н конт					Сталь 40Х ГОСТ 1050-89	БГАУ		
Утв.								

4.3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

		Ось							1с	
		Вар	а	б	в	г	д	е	ж	з
1	φ65 h7	M33	80	200	180	40	3	65	40	35...40
2	φ80 h6	M33	120	220	200	45	3	84	20X	50...55
3	φ90 h7	M39	130	250	230	55	4	90	40X	25...30
4	φ100 h6	M42	170	320	300	60	4	120	55	40...45

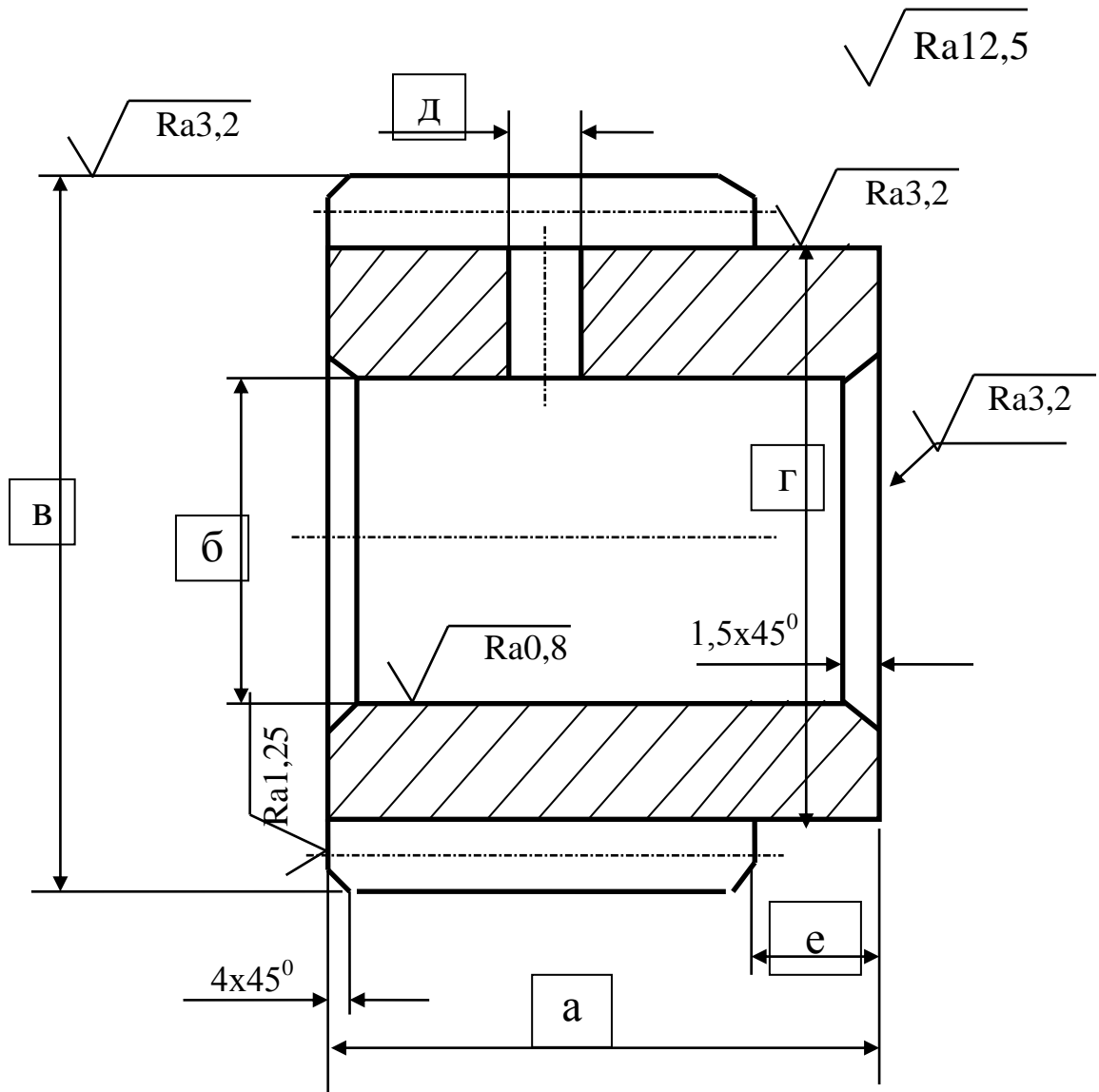
Стопор

2с



Вар	а	б	в	г	д	е	ж	з	Сталь	Термообр. HRC
1	Φ65 h7	220	40	28	M14	6	18	12	55	40...45
2	Φ70 h6	260	50	32	M16	8	20	16	15	55...60
3	Φ80 h7	270	70	42	M18	8	25	14	50	40...45
4	Φ100 h6	300	75	45	M20	10	30	18	45	38...42

ШЕСТЕРНЯ	3с
-----------------	-----------

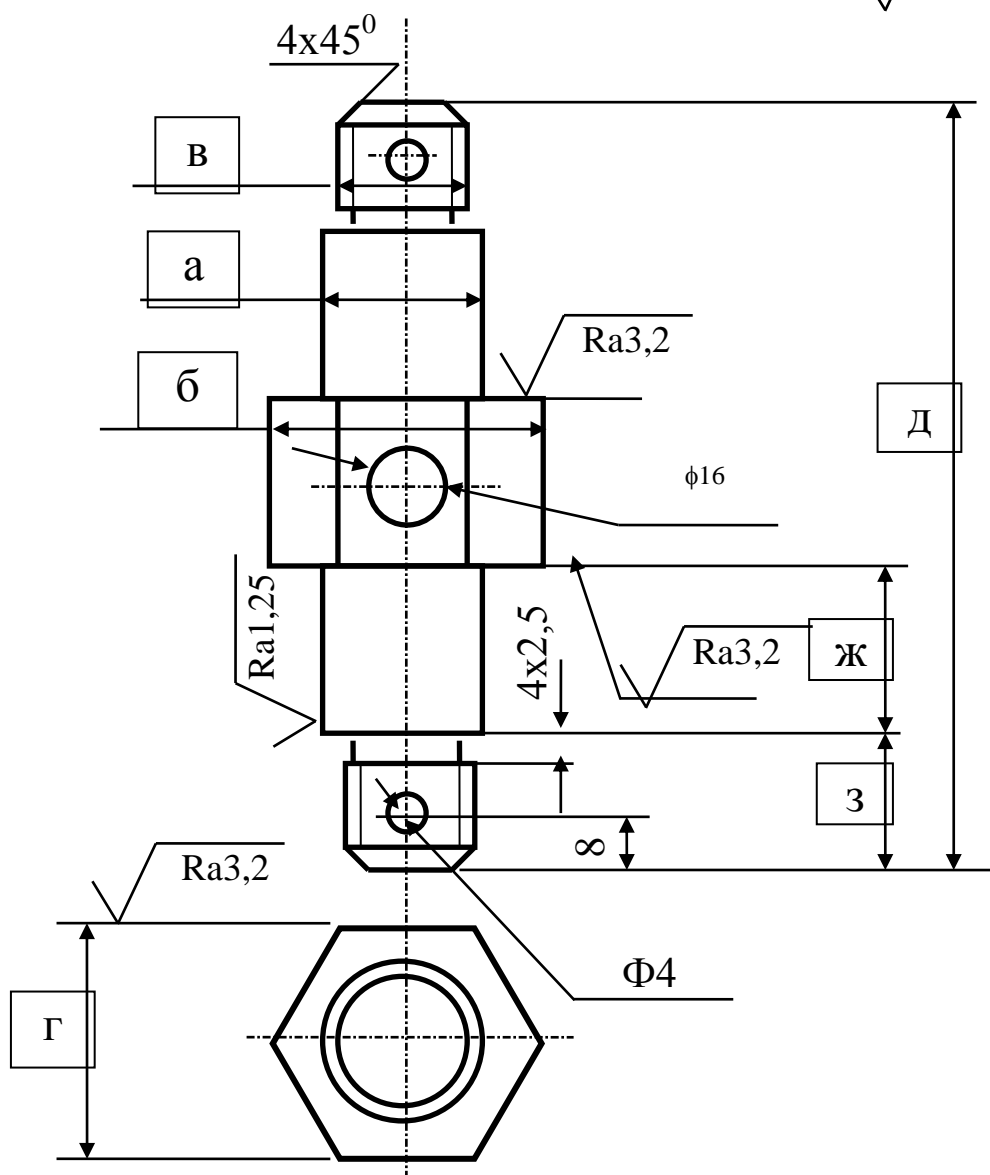


Вар	a	б	в	г	д	е	<i>m</i>	<i>z</i>	Матер Сталь	Термообр. HRC
1	80	φ70 H6	Φ102	Φ80	φ3	40	3	32	45	25...30
2	90	Φ90 H7	Φ108	Φ100	φ3	45	3	34	20X	55...60
3	100	φ110 H7	Φ168	Φ120	φ4	50	4	40	15X	55...60
4	110	φ120 H6	Φ172	Φ140	φ4	55	4	42	40X	40...45
5	80	Φ130 H7	Φ180	φ160	φ4	40	4	43	50	40...50

Опора								4с	
Вар	а	б	в	г	д	е	ж	Матер Сталь	Термооб HRC
1	Φ85 h6	M60	110	20	Φ180	Φ65	Φ210	35	25...30
2	Φ95 h7	M64	130	22	Φ190	Φ72	Φ220	20x	50...55
3	Φ100 h6	M68	140	24	Φ200	Φ72	Φ240	40x	40...45
4	Φ110 h7	M72	160	26	Φ240	Φ78	Φ280	55	35...40
5	Φ120 h6	M82	100	20	Φ260	Φ85	Φ310	40	25...30

Ось

5с

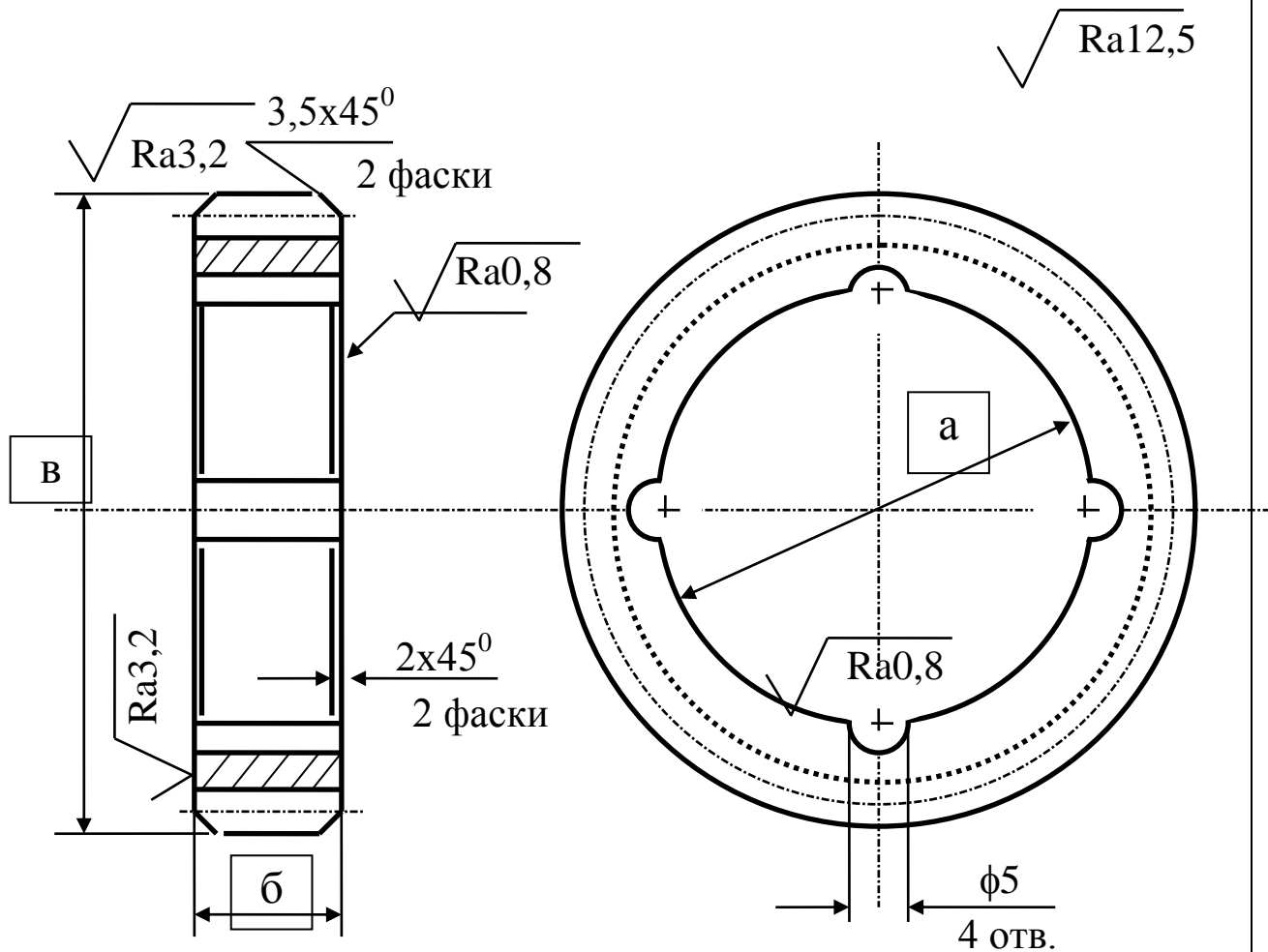
 $\sqrt{Ra12,5}$ 

Вар	а	б	В	Г	Д	Ж	3	Матер Сталь	Термообр. HRC
1	Φ40 h6	φ51	M24	46	300	42	30	45	35...40
2	Φ45 h7	φ61	M27	55	320	44	32	40	25...30
3	Φ48 h6	φ73	M30	65	360	52	40	40x	35...40
4	Φ52 h7	φ84	M33	75	440	54	45	50	35...40
5	Φ58 h6	φ90	M36	80	200	40	30	20x	55...60

							Опора	6с
Вар	а	б	в	г	д	з	Матер Сталь	Термообр. HRC
1	Φ55 h7	56 h11	140	Φ65	35	M24	20x	55...60
2	Φ65 h6	68 h11	150	Φ80	42	M27	45	38...42
3	Φ75 h7	78 h11	175	Φ90	44	M33	30	25...30
4	Φ85 h6	88 h11	210	Φ110	52	M36	50	40...45
5	Φ95 h7	100 h11	140	φ120	30	M48	40x	25...30

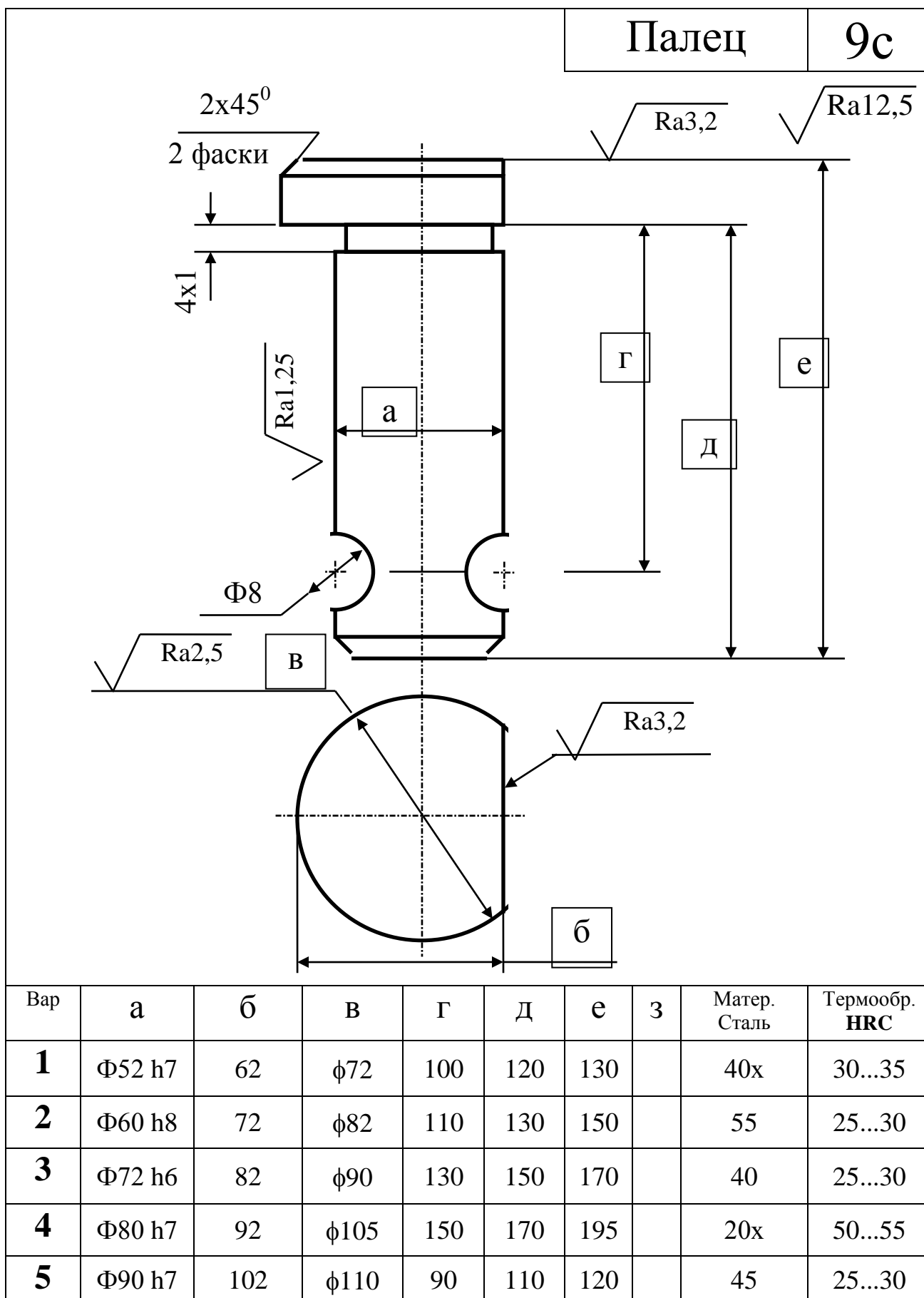
Венец

7с

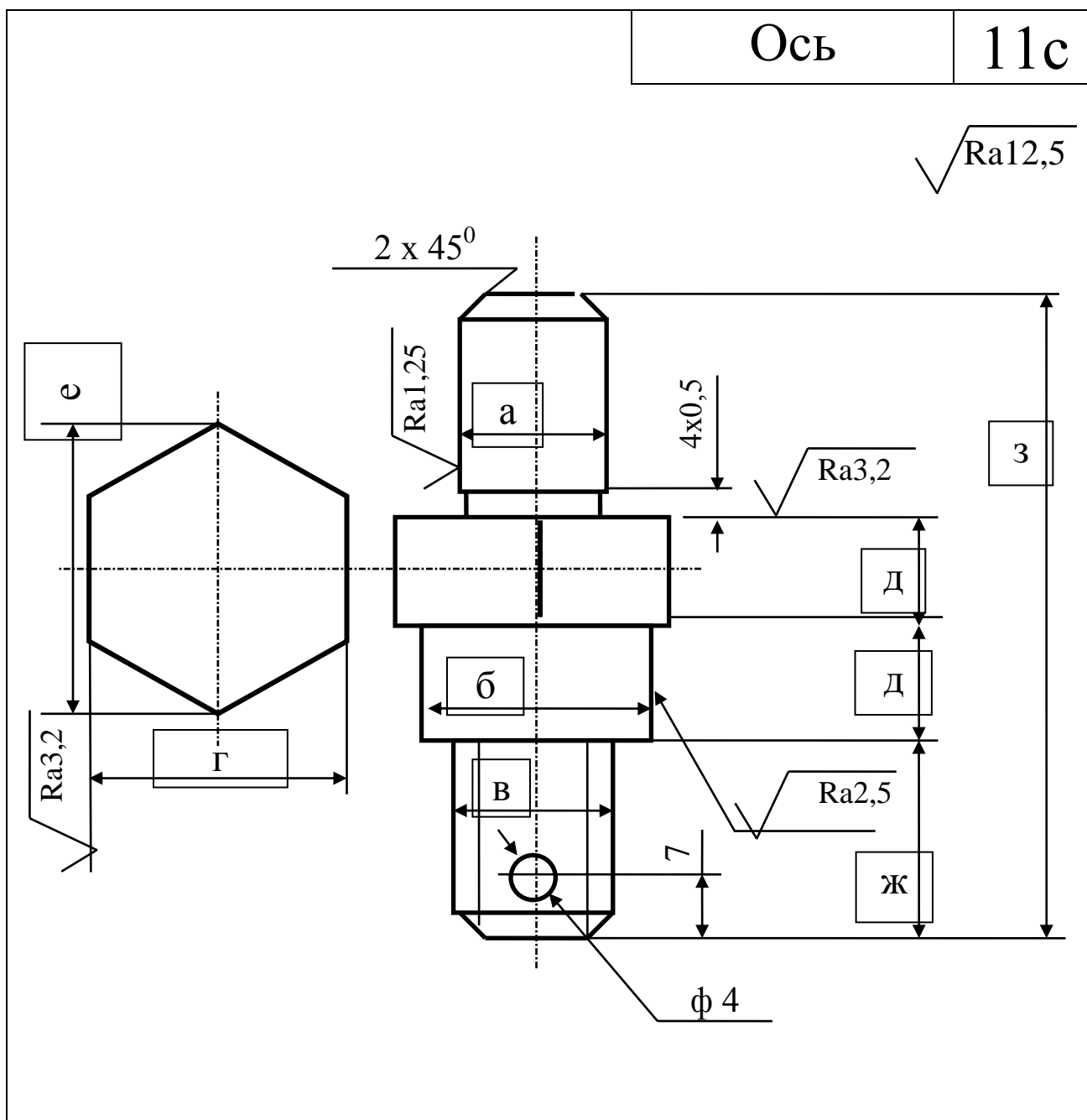


Вар	а	б	В		m	z	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	$\Phi 82$ H7	42 h11	$\Phi 128$ h9		4	30	40x	38...43
2	$\Phi 84$ H6	45 h11	$\Phi 140$ h8		4	33	45	35...40
3	$\Phi 90$ H7	48 h11	$\phi 152$ h9		4	36	20x	55...60
4	$\Phi 100$ H6	52 h11	$\phi 156$ h8		4	42	40x	38...43
5	$\Phi 120$ H7	40 h11	$\Phi 200$ h9		4	50	50	40...55

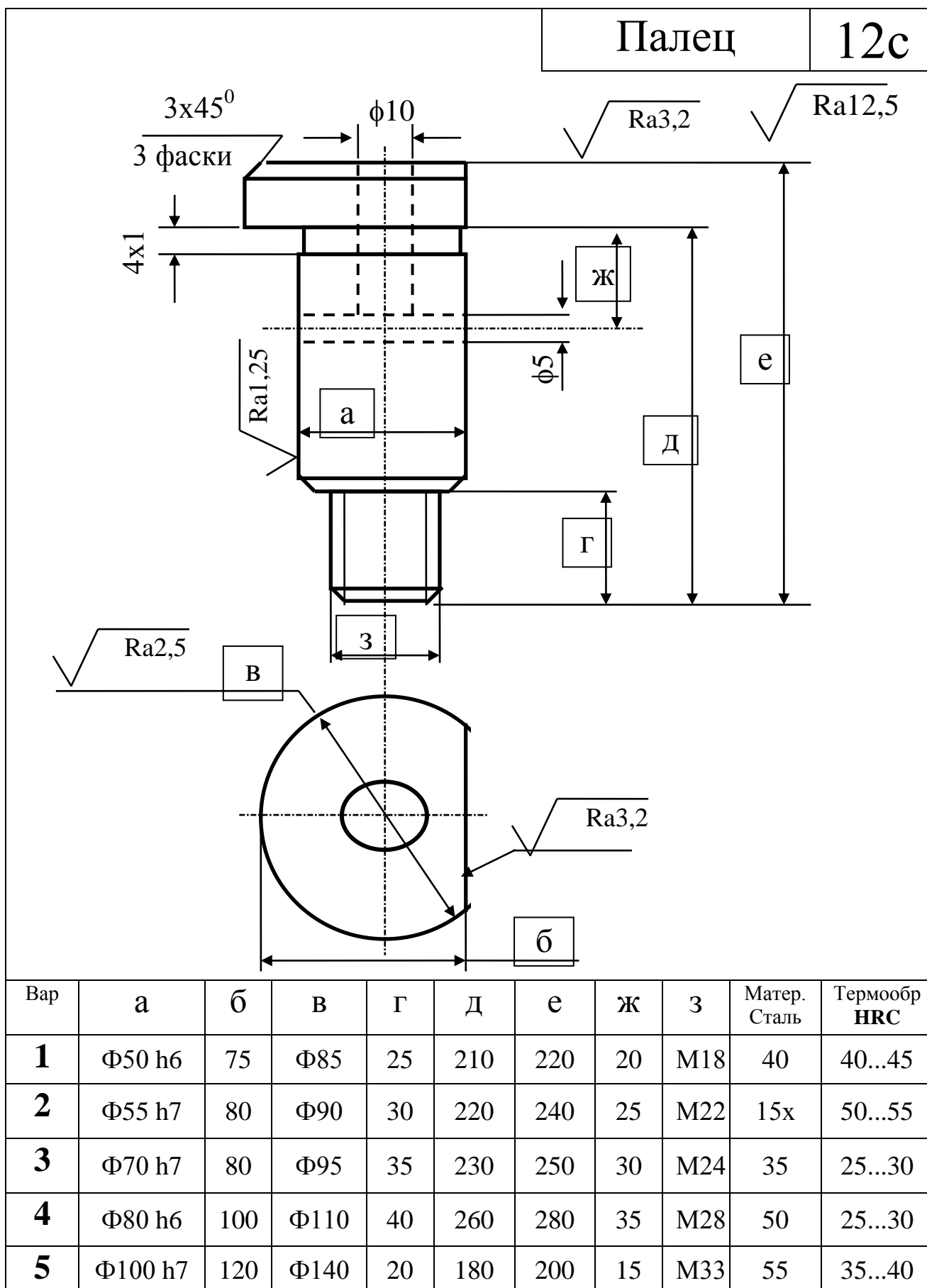
								Ось	8с
								$\sqrt{Ra12,5}$	
Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	φ45h7	36	170	M14	50	22	20	50	25...30
2	φ50 h6	40	190	M16	55	28	24	40x	38...42
3	φ60 h7	50	210	M18	60	30	30	20x	55...60
4	φ70 h6	60	220	M20	70	32	32	50	40...45
5	φ75 h7	60	160	M14	40	20	15	20x	55...60



								Шестерня 10с	
								$\sqrt{Ra12,5}$	
								$\sqrt{Ra1,6}$	
Вар	а	б	в	Г	Д	Ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	Φ70 H6	110	Φ190	Φ125	20	20	77	20x	50...55
2	φ80 H7	140	Φ220	Φ135	32	20	88	45	35...40
3	φ100 H7	150	Φ225	Φ155	42	22	108	40x	38...43
4	φ105 H6	160	Φ235	Φ165	45	22	115	55	40...45
5	Φ120 H7	100	Φ240	φ175	24	24	130	50	40...55

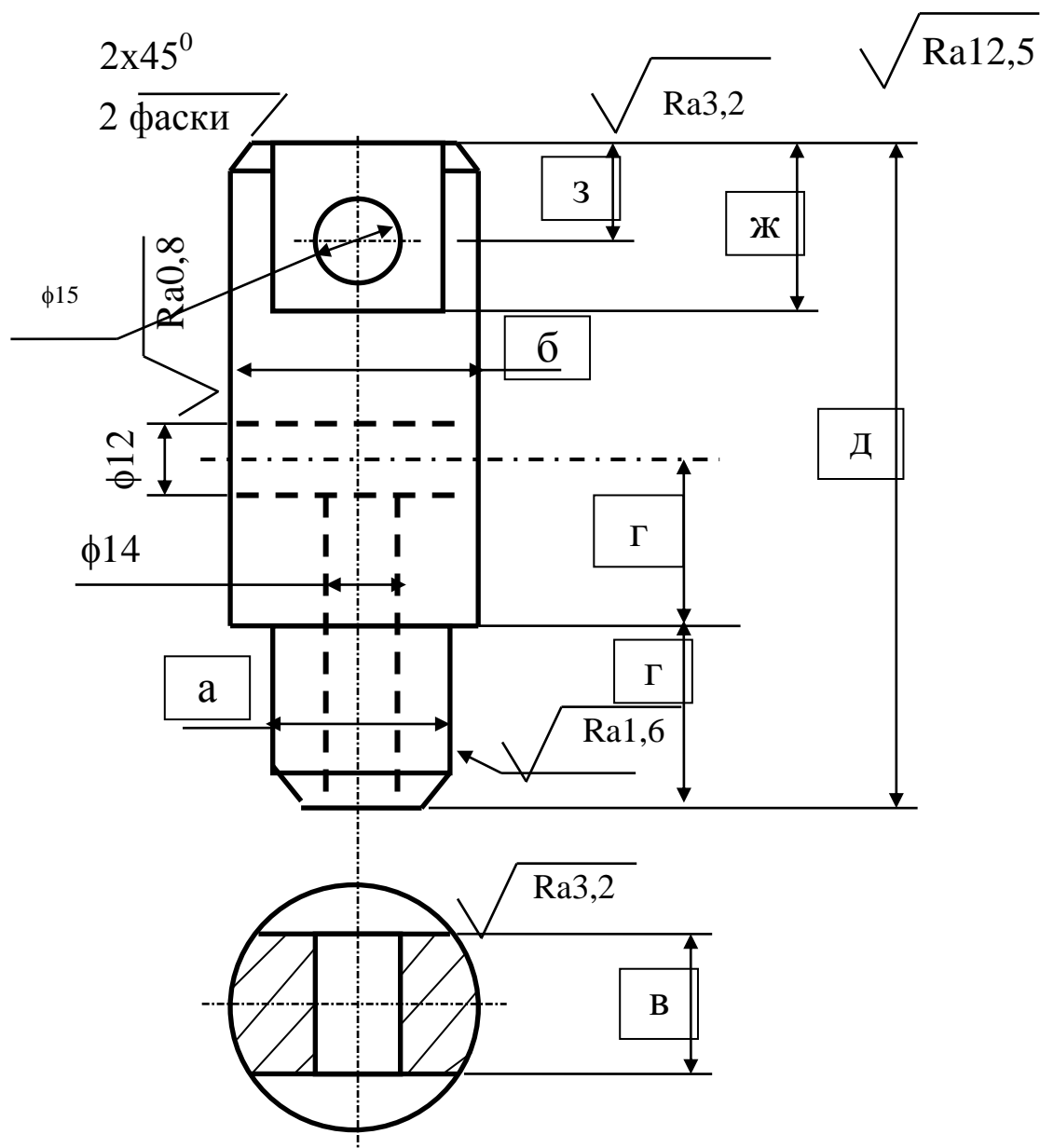


Вар	а	б	в	г	д	е	ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	Φ42 h6	φ48 h9	M22	55	32	φ60	30	200	40x	35...40
2	Φ48 h7	Φ52 h8	M24	60	32	φ64	32	225	40	25...30
3	Φ52 h6	φ58 h8	M30	65	34	φ72	40	235	55	35...40
4	Φ60 h7	Φ60 h9	M33	75	34	φ83	40	230	35	30...35
5	Φ62 h6	φ64 h8	M36	80	20	φ88	55	150	25x	50...55



Стопор

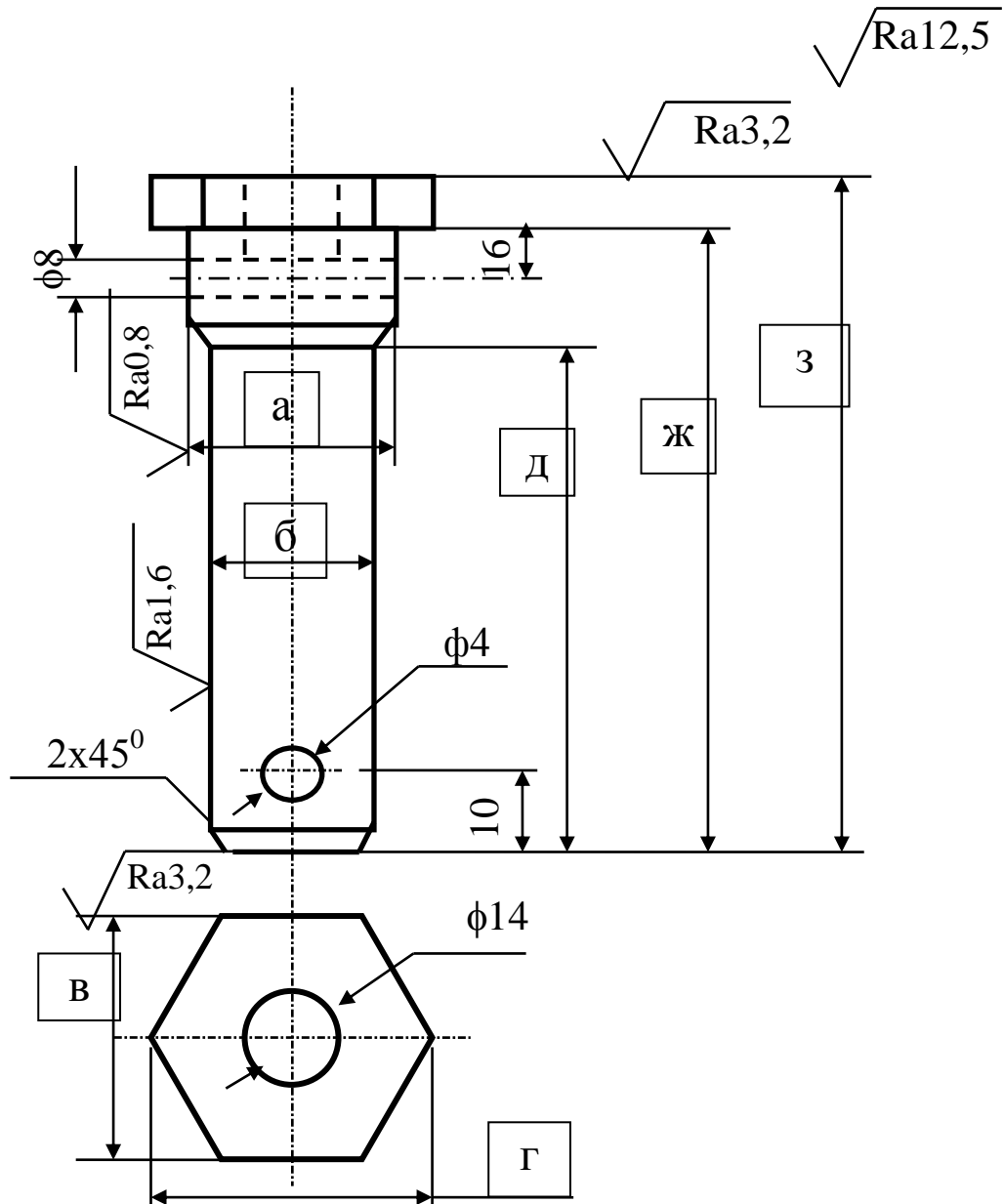
13с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	φ50 h8	φ60 h7	44	40	300	40	20	40	35...40
2	Φ55 h9	Φ65 h6	50	45	320	44	22	50	40...45
3	Φ65 h8	Φ70 h6	54	50	340	50	25	35	25...30
4	Φ70 h9	Φ75 h7	60	55	350	54	27	20х	50...55
5	Φ72 97	Φ80 h7	64	25	260	40	20	40х	35...40

Палец

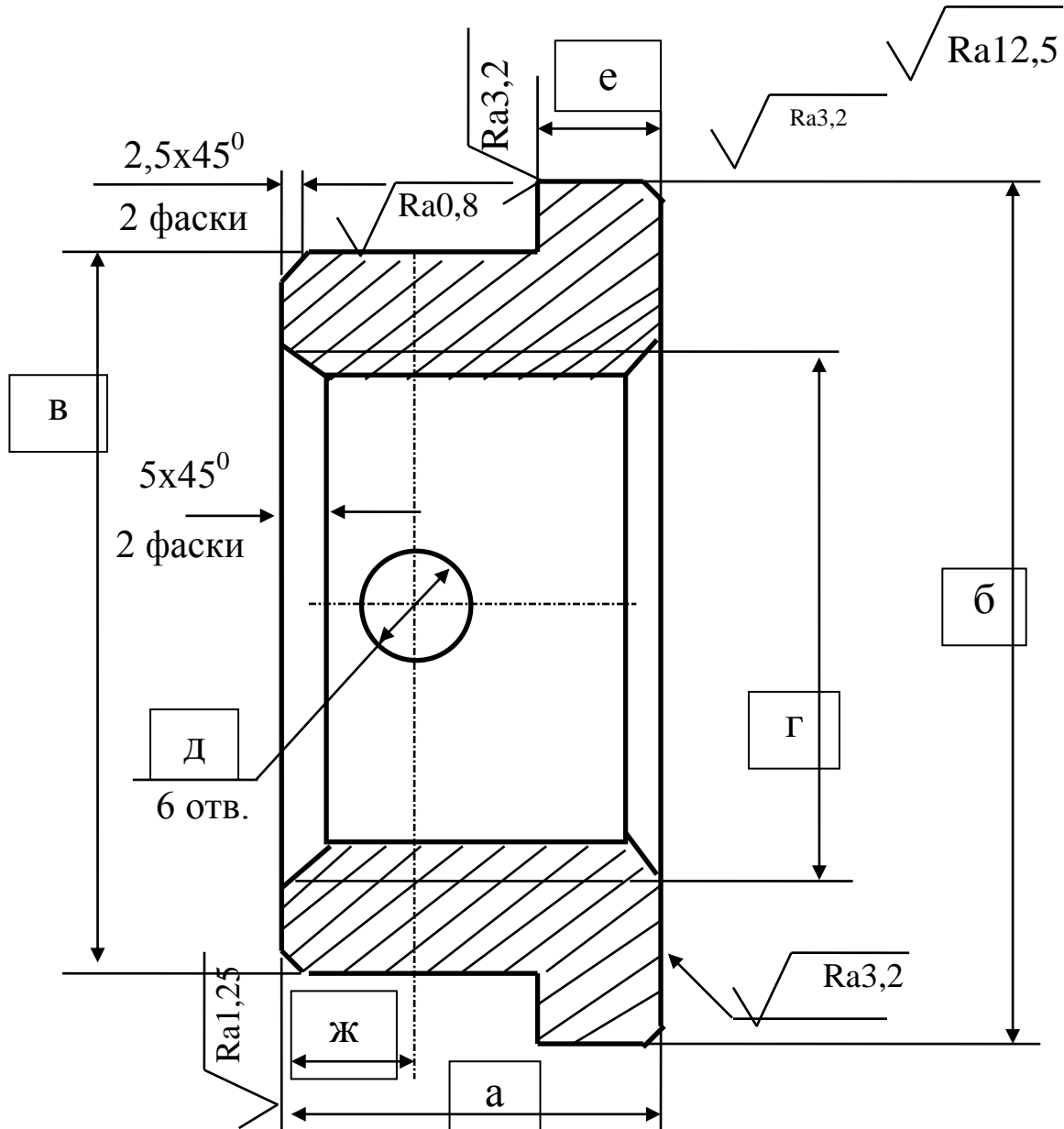
14с



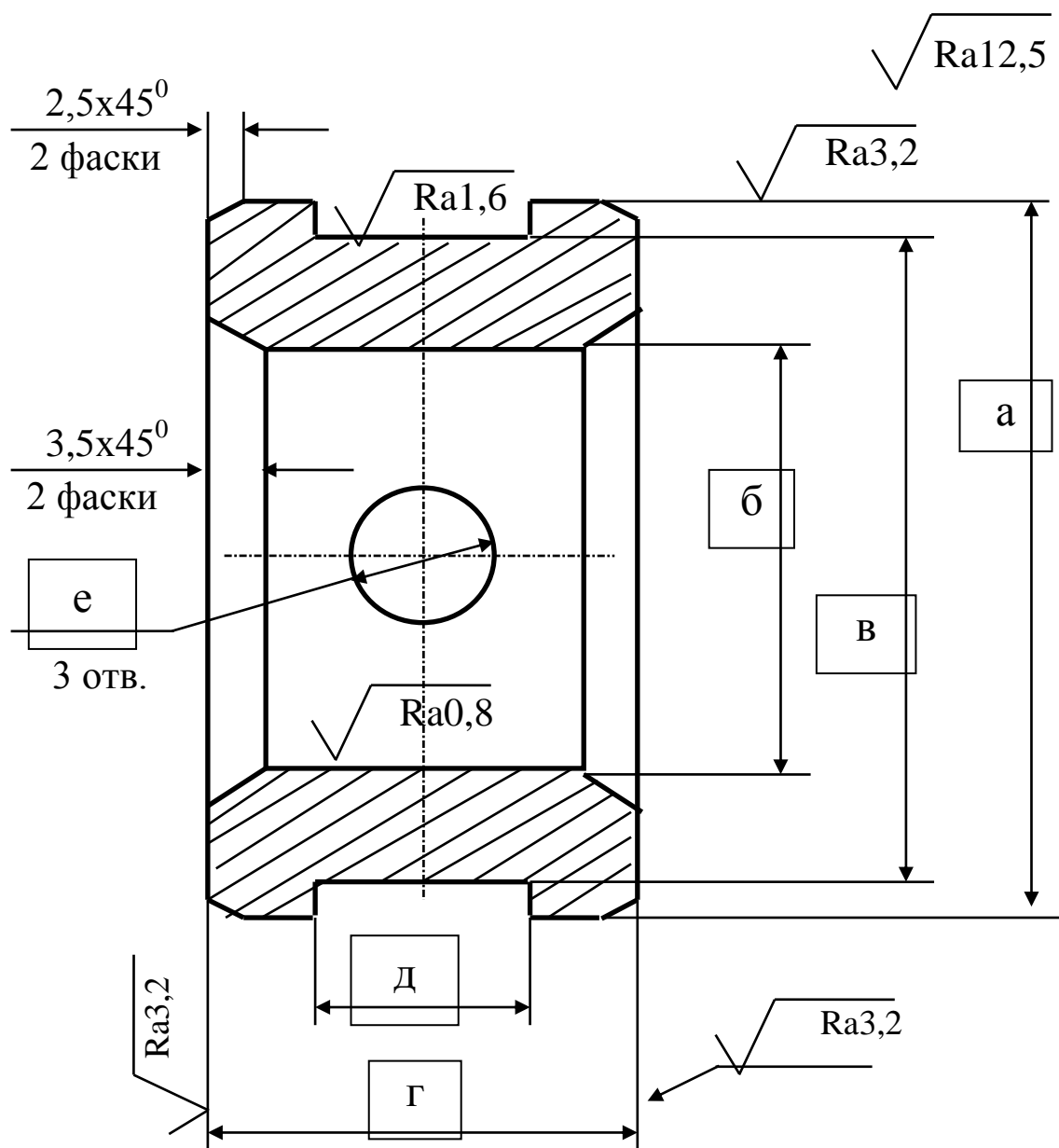
Вар	а	б	в	Г	Д	Ж	З	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ52 h6	Φ45 h9	54	φ60	140	200	210	20х	55...60
2	Φ65 h6	Φ62 h9	68	Φ80	150	200	215	40х	25...30
3	Φ70 h7	Φ65 h9	75	Φ88	180	220	240	50	35...40
4	Φ80 h6	Φ75 h9	90	Φ100	200	240	260	45	35...40
5	Φ90 h7	Φ82 h9	100	Φ115	140	190	200	35	35...40

Гайка

15с



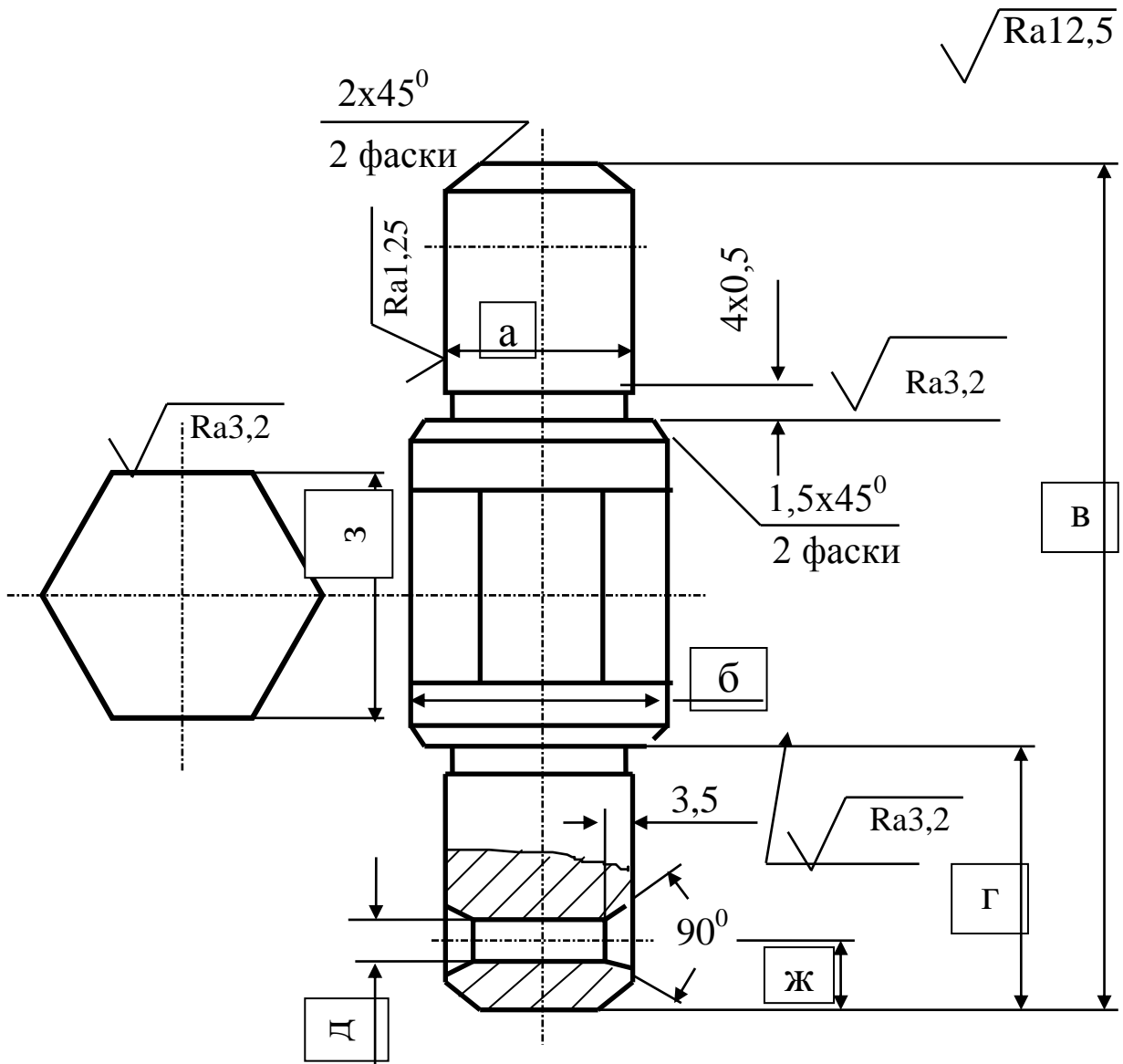
Вар	а	б	в	г	д	е	ж	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	60	S=150	φ135 h7	M70x4	φ10	20	20	45	25...30
2	70	S=160	φ140 h8	M75x4	φ10	25	20	40	35...40
3	80	S=165	φ145 h7	M80x6	φ12	30	25	55	40...45
4	95	S=170	φ150 h8	M90x6	φ12	35	25	40x	38...42
5	50	S=180	φ160 h7	M95x6	φ14	15	20	50	40...45

Кольцо**16с**

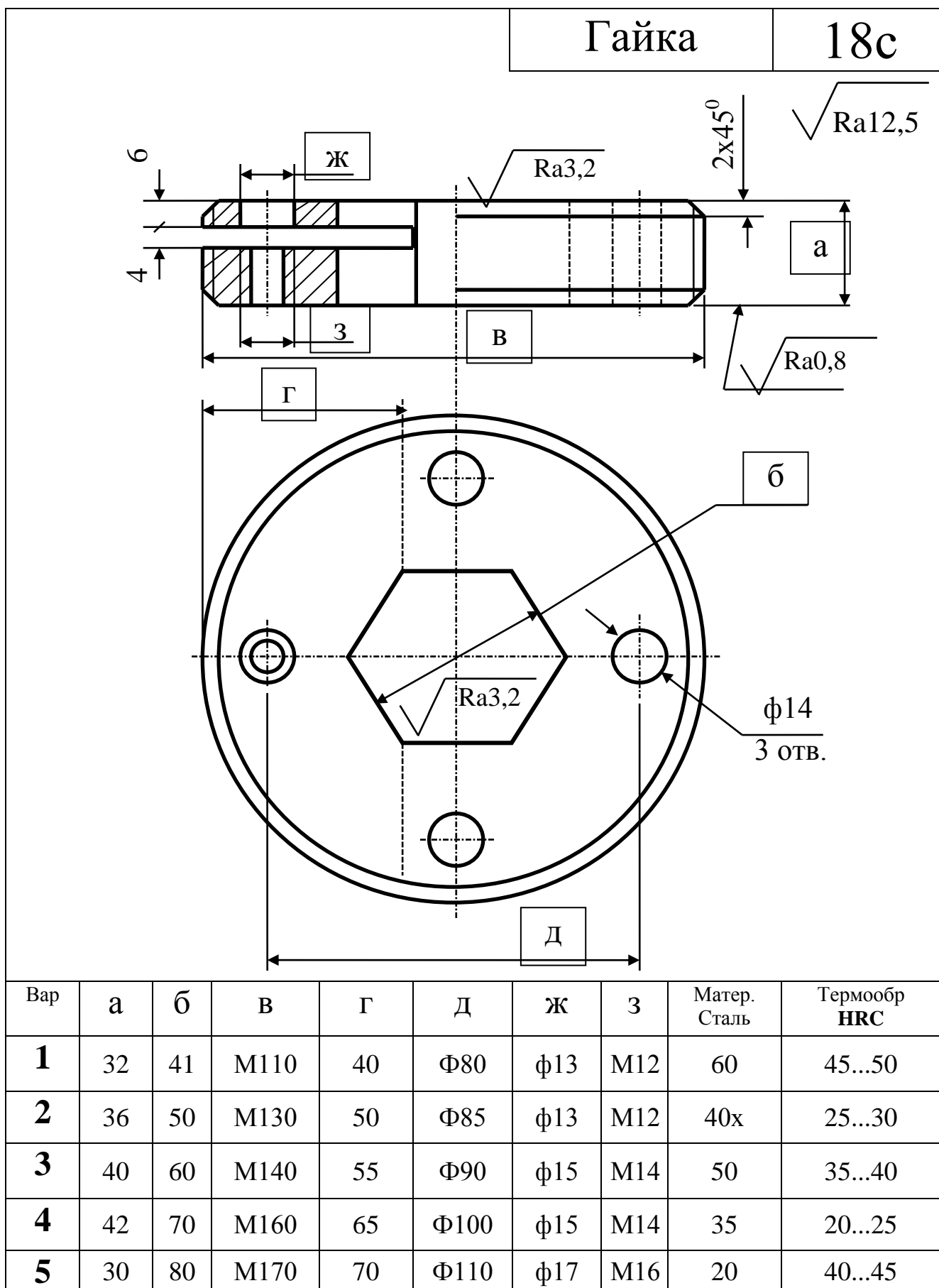
Вар	а	б	в	г	д	е	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	φ120	φ75 H7	φ100 h9	80	50	Φ12h7	45	38...42
2	φ135	φ80 H7	φ115 h8	94	60	Φ12h7	50	40...45
3	φ140	φ90 H6	φ120 h8	110	80	φ15h7	45	25...30
4	φ155	φ100 H6	φ130 h8	120	90	φ15h8	40	35...40
5	φ160	φ110 H7	φ140 h9	60	40	φ16h8	40x	40...45

Ось

17с

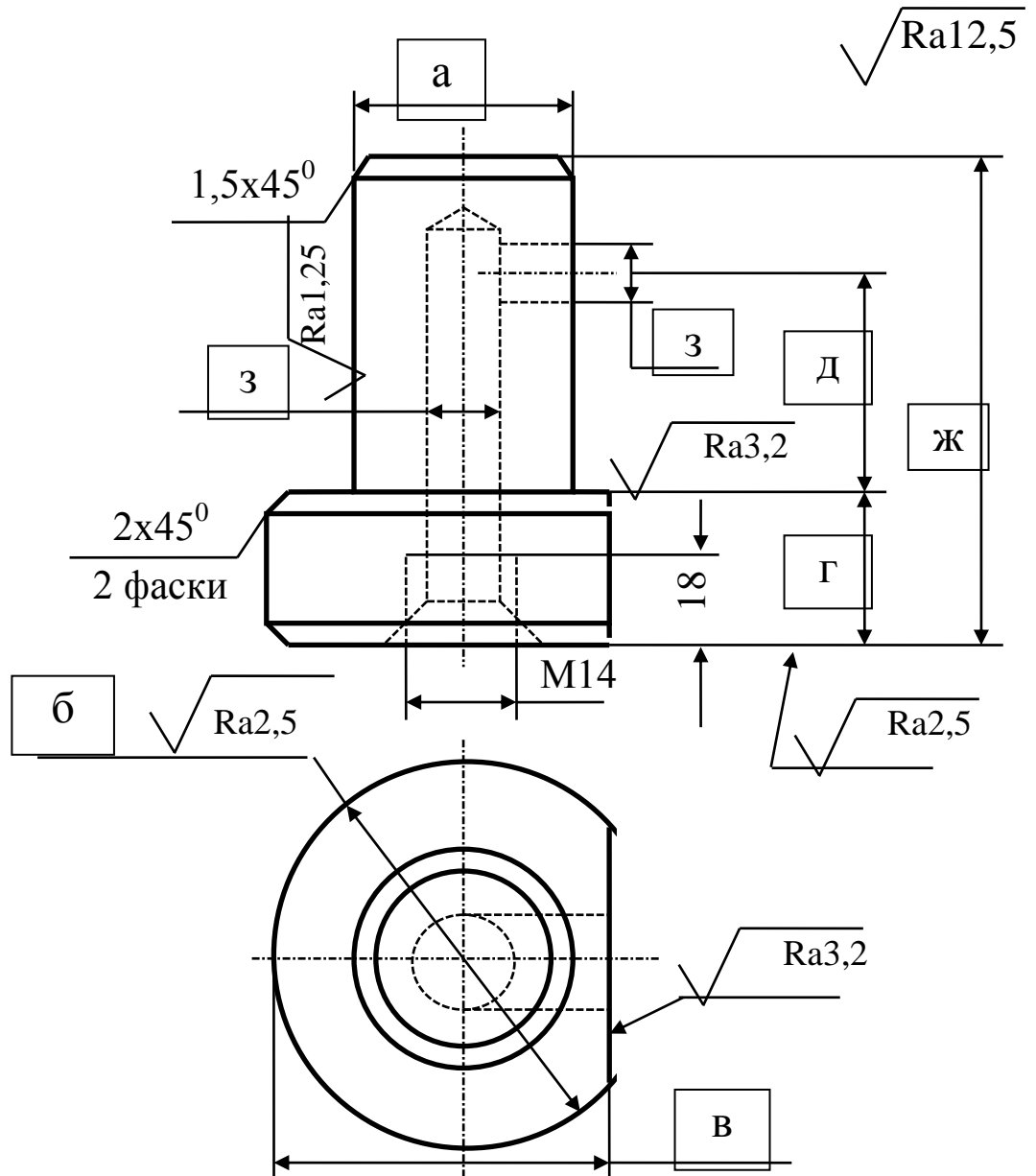


Вар	а	б	в	Г	Д	Ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ40 h6	Φ82	280	50	Φ6	10	70	55	40...45
2	φ50 h7	Φ94	300	60	Φ8	10	80	40	38...42
3	φ55 h6	φ98	320	65	Φ8	12	85	35	25...30
4	φ60 h7	φ102	360	70	Φ10	12	90	15x	55... 60
5	Φ70 h6	Φ110	200	40	Φ10	10	95	35	25...30



Цапфа

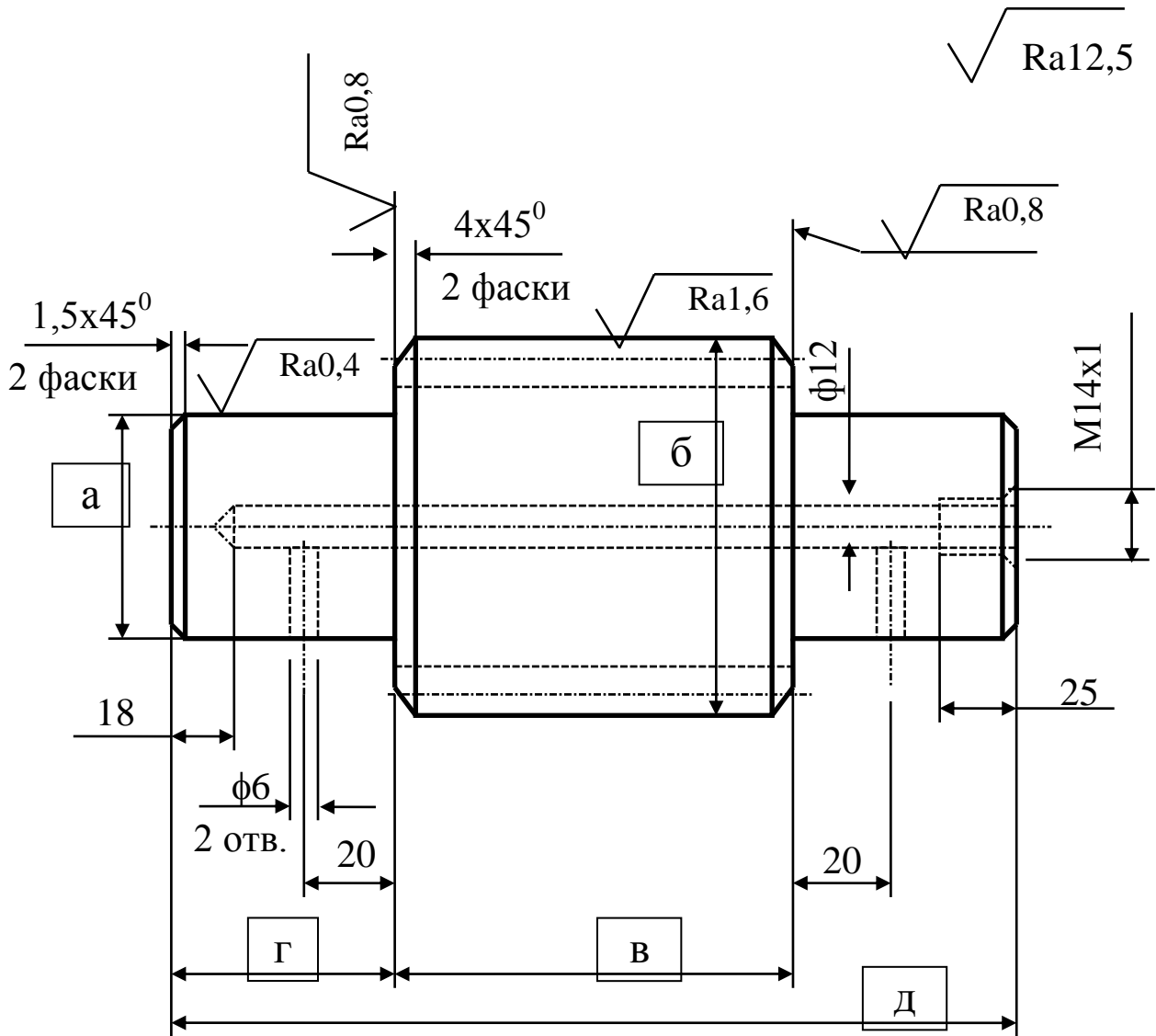
19с



Вар	а	б	в	Г	Д	Ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ62 h6	Φ92 h8	80	40	80	190	Φ8	30	25...30
2	Φ72 h7	φ105 h8	85	40	90	210	Φ8	45	35...40
3	Φ84 h6	φ115 h9	95	50	90	220	Φ9	40x	40...45
4	Φ92 h7	Φ120 h9	110	50	100	240	Φ9	15x	50...55
5	Φ100 h6	Φ140 h8	120	30	100	160	Φ10	45	25...30

Шестерня

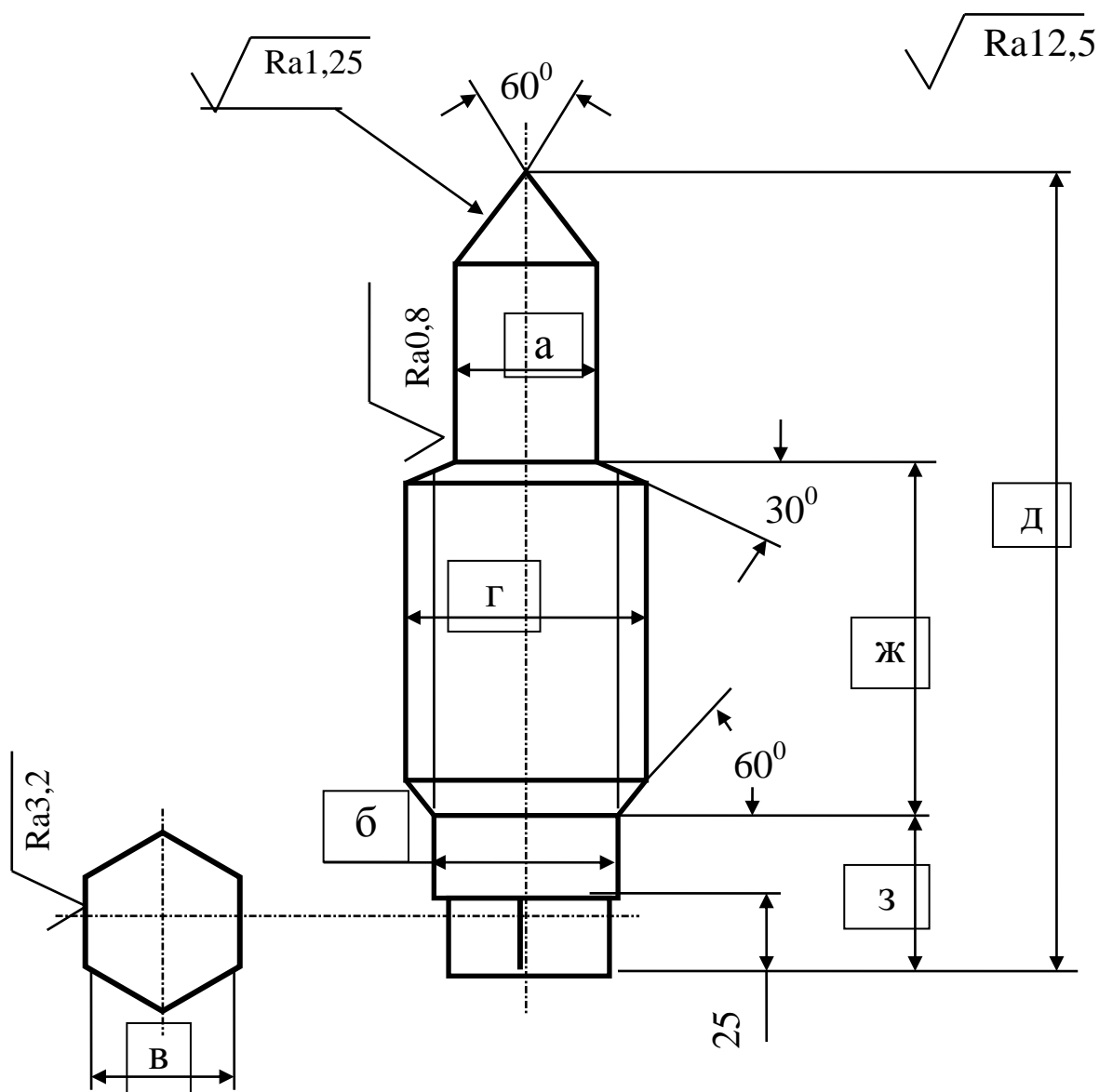
20с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ60 h6	φ120	60	50	200			45х	25...30
2	Φ70 h7	φ140	70	45	180			40	38...42
3	φ80 h6	φ150	100	80	280			10х	55...60
4	φ90 h7	φ160	120	80	300			50	40...45
5	φ100 h6	Φ180	40	55	160			35	25...30

ВИНТ

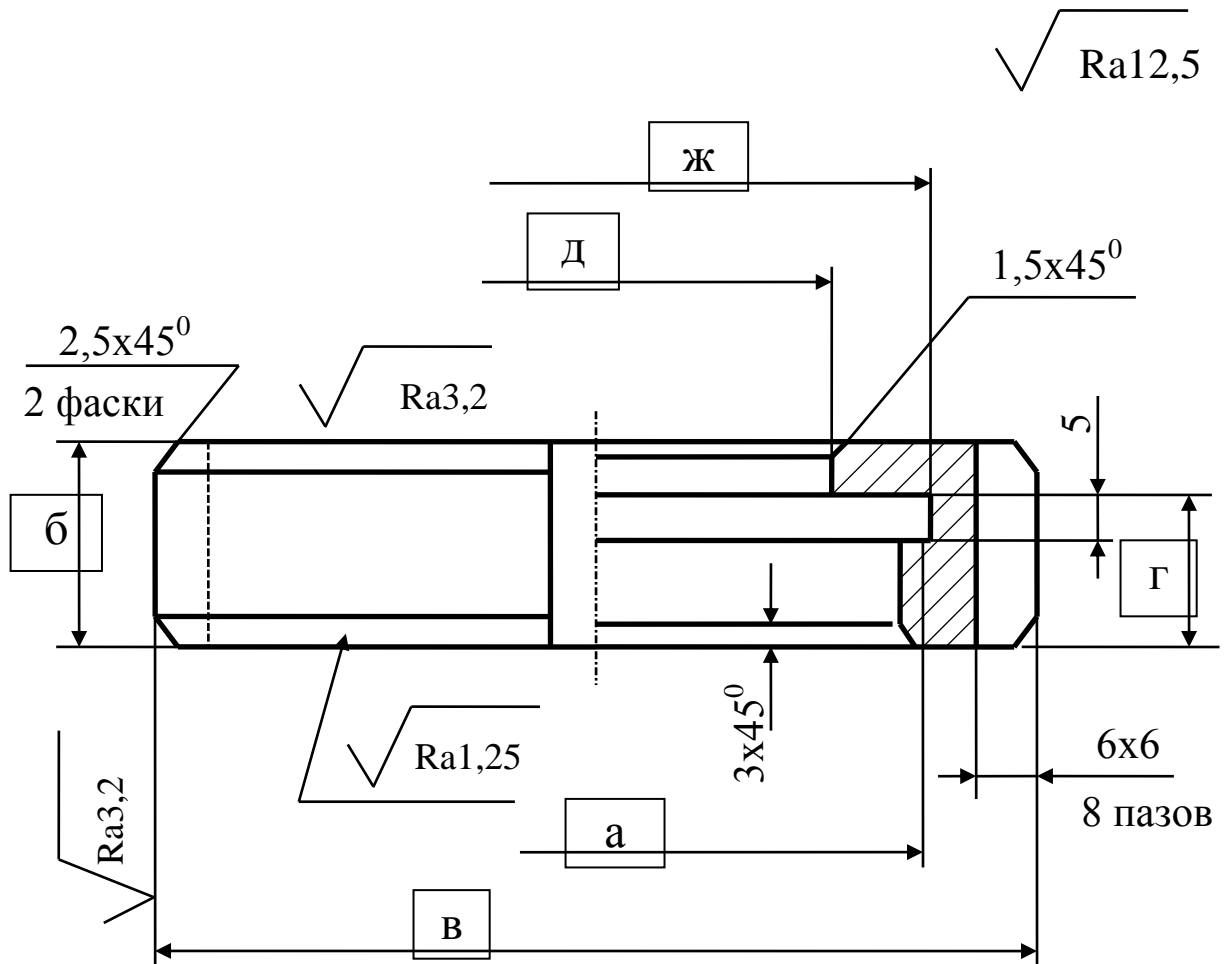
21с



Вар	а	б	в	Г	Д	Ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	φ52 h6	Φ64	41	M84	220	100	40	45	25...30
2	Φ65 h6	Φ75	50	M90	250	120	45	40x	35...40
3	φ70 h7	Φ90	60	M100	260	130	50	55	40...45
4	Φ75 h7	Φ110	70	M120	300	150	44	45	38...42
5	Φ40h6	Φ60	40	M80	200	80	42	60	40...45

Гайка

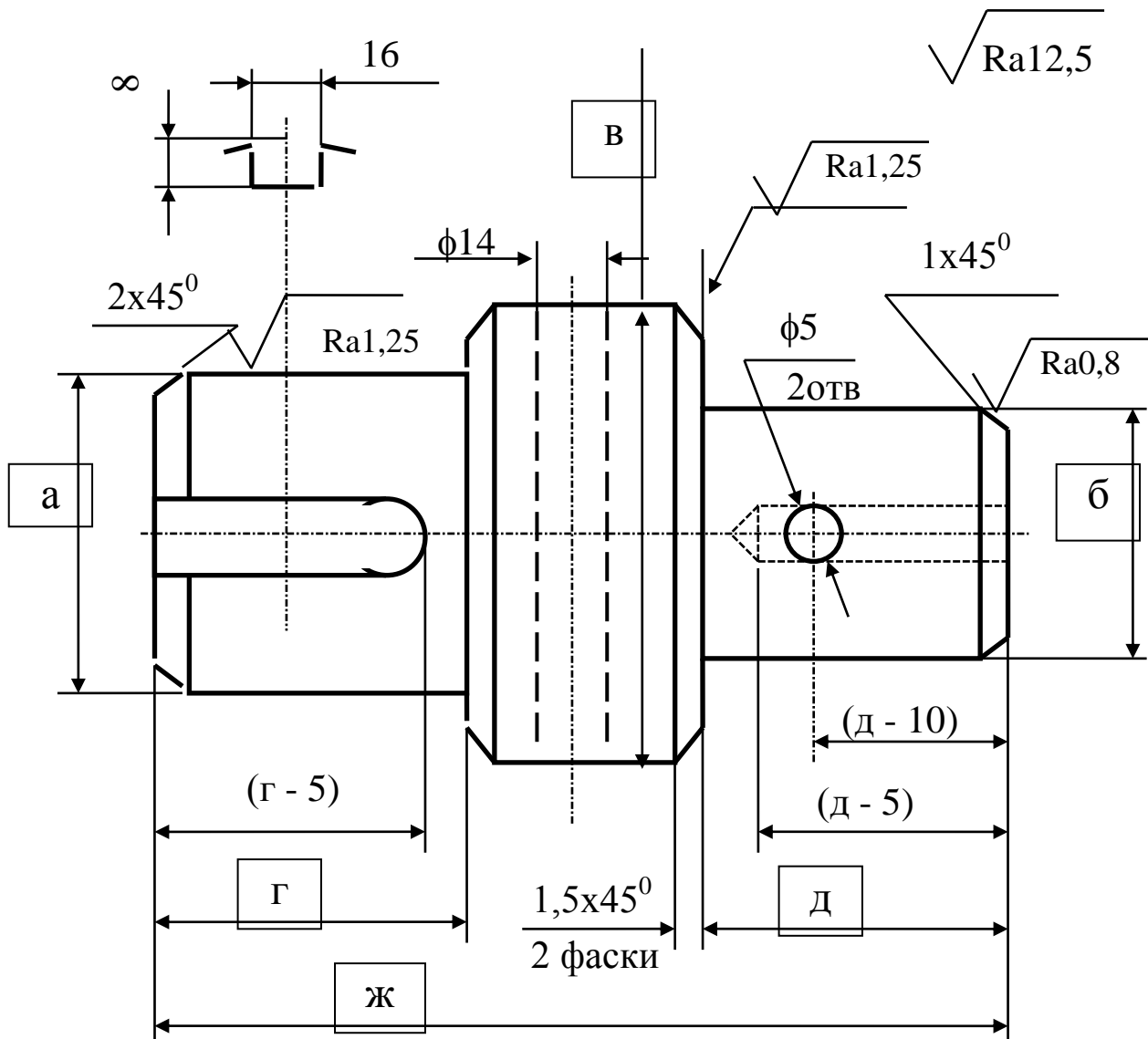
22с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	M64x1,5	44	Φ90h8	40	Φ42	Φ65		60	40...45
2	M72x1,5	54	Φ110h9	45	Φ48	Φ74		50	25...30
3	M80x2	62	Φ115h8	52	Φ50	Φ82		40x	35...40
4	M90x2	60	Φ130h9	52	Φ60	Φ92		30	20...25
5	M100x3	50	Φ140h8	40	Φ65	Φ102		20	45...50

Цапфа

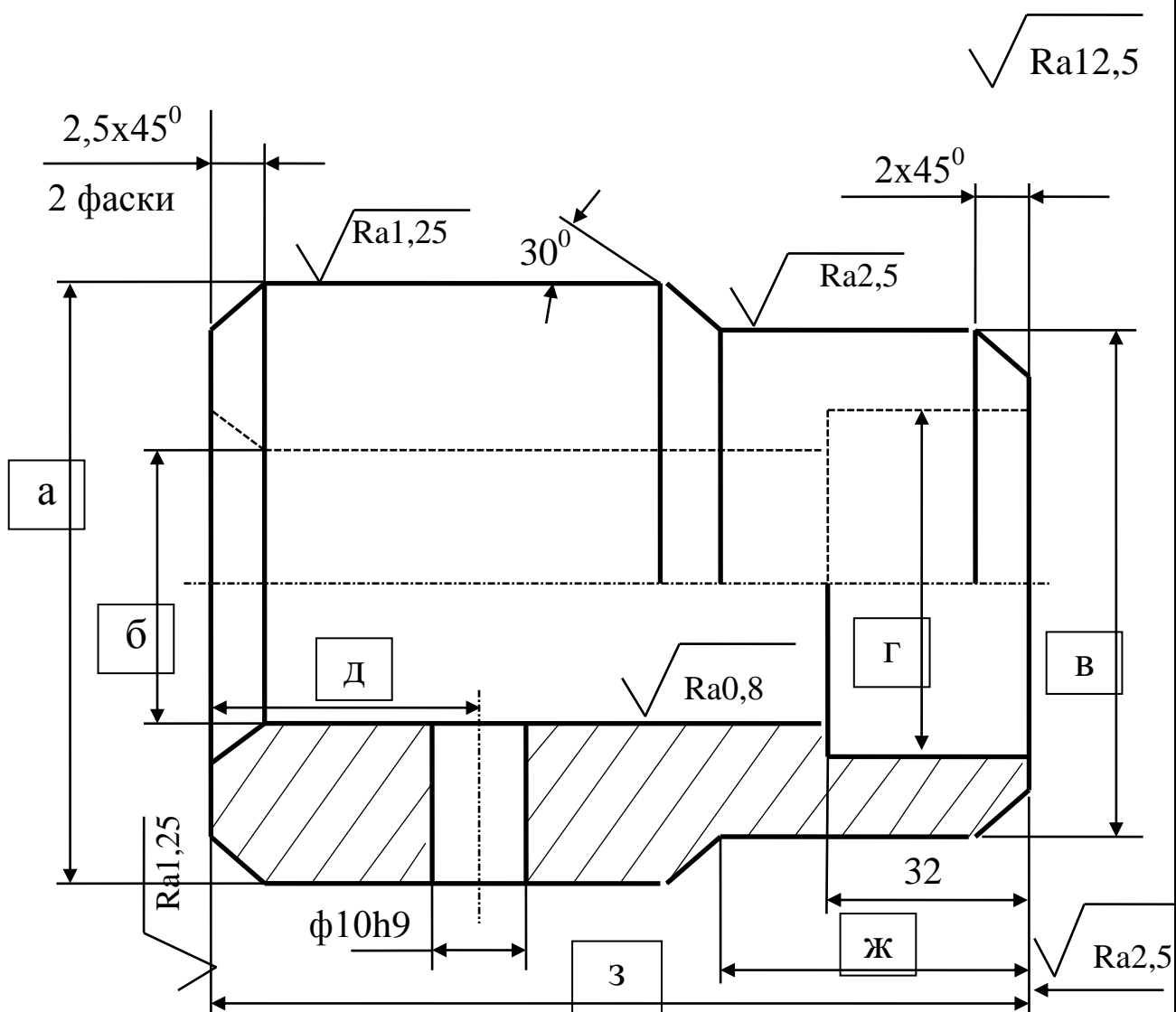
23с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ85h6	Φ55h7	Φ120	80	70	220		45	25...30
2	Φ90h7	Φ60h6	Φ130	100	90	270		55	35...40
3	Φ100h6	Φ70h7	Φ150	100	80	240		40х	40...45
4	Φ110h7	Φ80h6	Φ160	90	100	260		20х	50...55
5	Φ120h6	Φ90h7	Φ180	60	50	180		30	25...30

Втулка

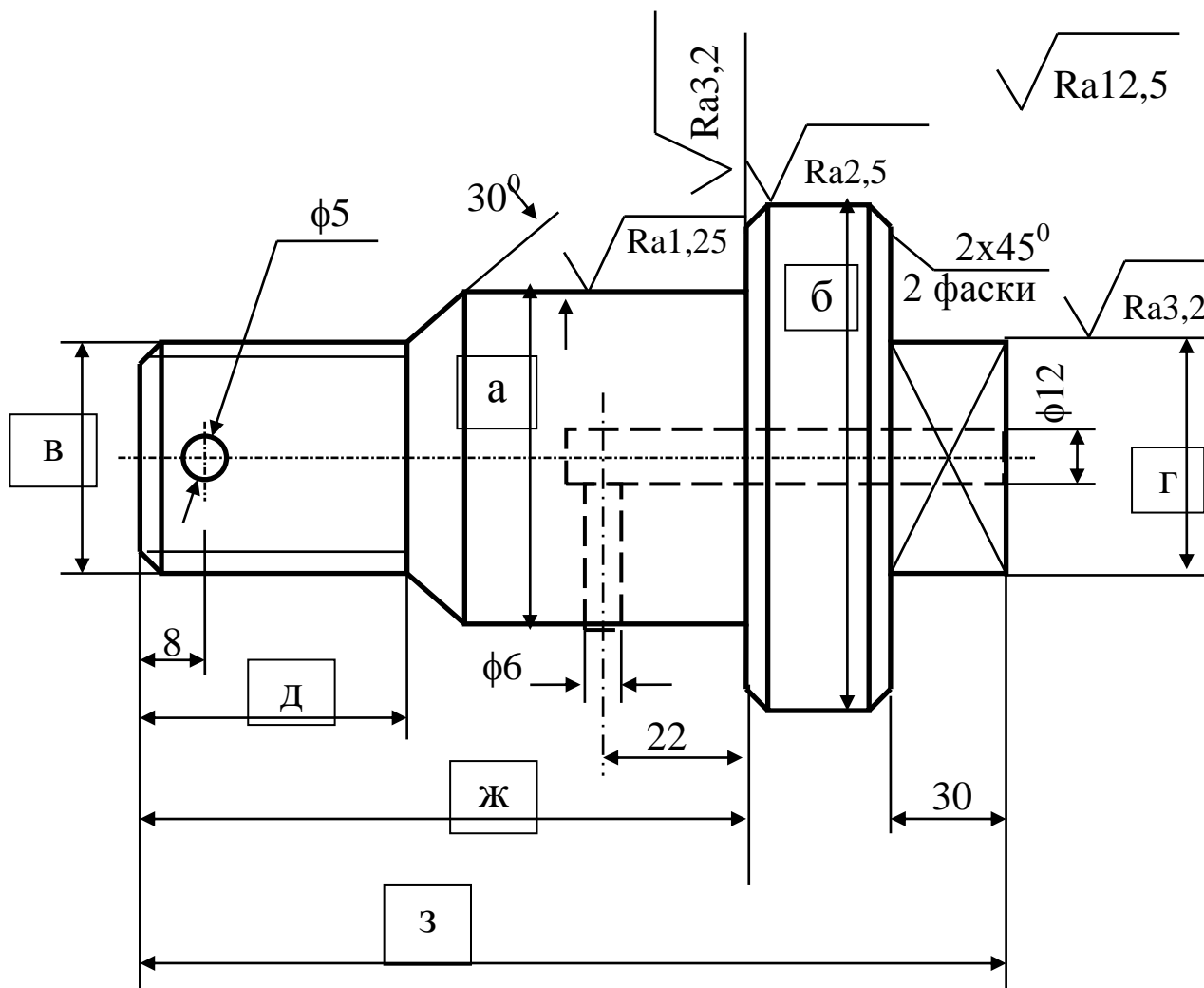
24с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр. HRC
1	φ100h6	φ60H7	φ90h9	φ62	60	50	200	55	40...45
2	φ120h7	φ70H6	φ100h8	φ72	70	52	220	45	35...40
3	φ125h6	φ80H7	φ110h9	φ82	80	60	240	40х	38...43
4	φ130h7	φ100H6	φ120h8	φ102	75	65	250	10х	55...60
5	φ145h6	φ110H7	φ125h9	φ112	40	30	150	55	40...55

БОЛТ

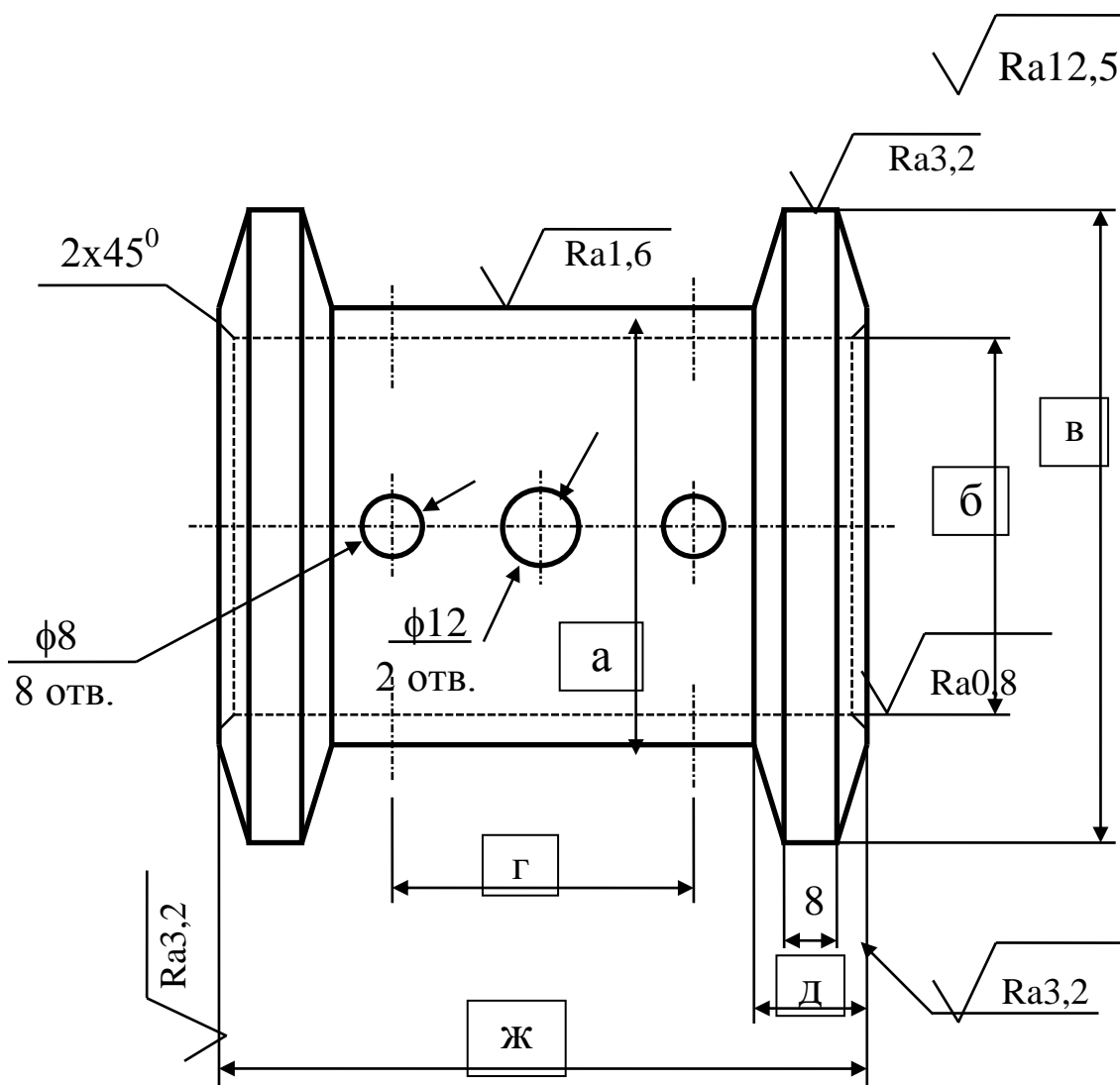
25с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	φ52h6	φ85h8	M33	27	32	150	250	45	25...30
2	φ60h7	φ90h9	M39	30	45	190	255	40	35...40
3	φ65h6	φ100h8	M45	36	52	180	250	50х	40...45
4	φ75h7	φ110h9	M50	41	65	200	270	55	38...42
5	φ80h6	φ120h8	M56	46	30	80	150	60	40...45

Катушка

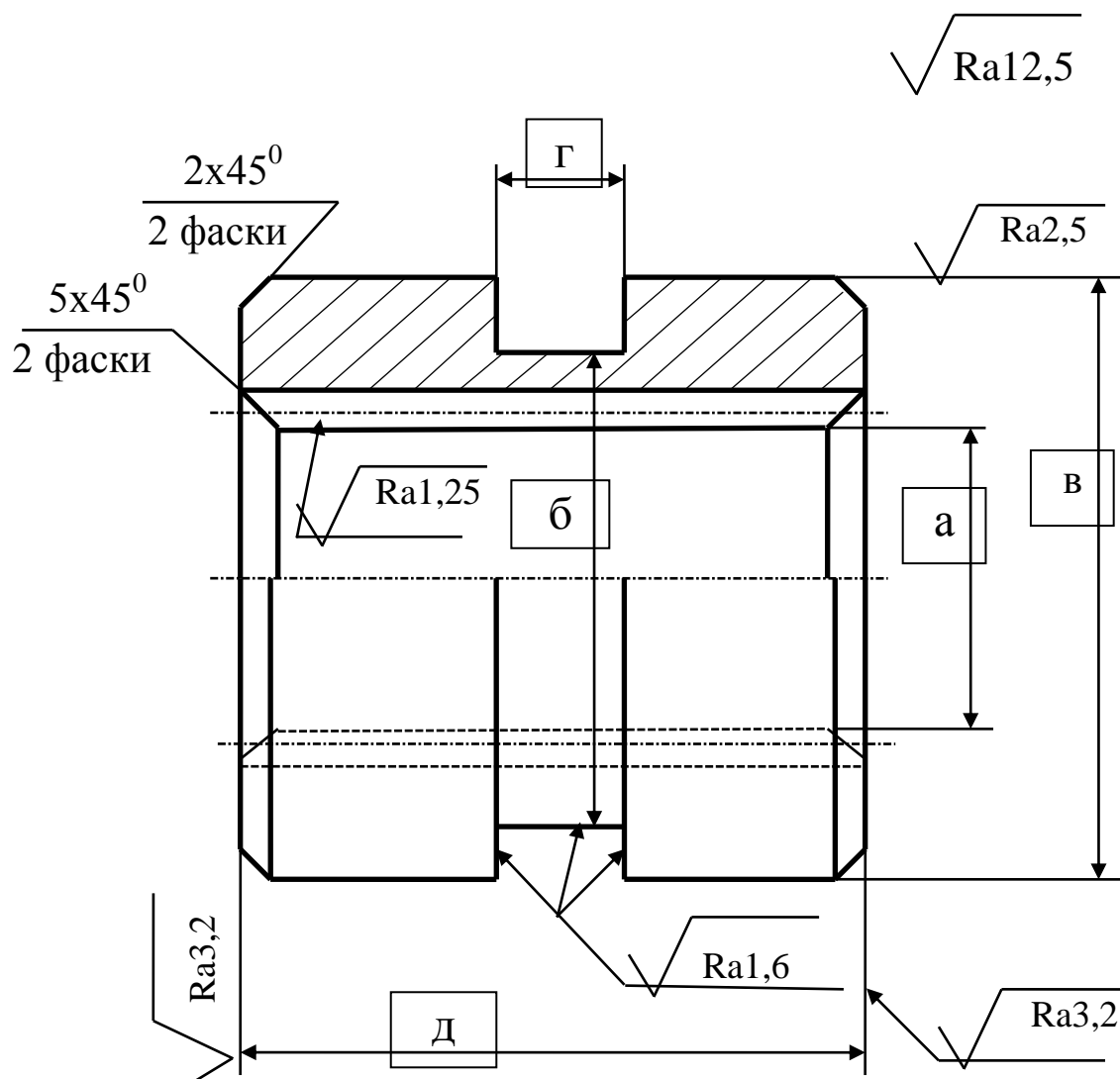
26с



Вар	а	б	в	г	д	ж	з	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	Φ90h7	Φ70H7	Φ150	80	20	180		20x	55...60
2	Φ100h6	Φ80H7	Φ160	100	22	200		30	20...25
3	Φ110h7	Φ90H7	Φ160	80	22	240		15x	55...60
4	Φ120h6	Φ100H7	Φ180	70	24	250		60	40...45
5	Φ140h7	Φ120H7	Φ180	40	26	120		50	25...30

Муфта

27с



Вар	a	δ	B	Γ	D	Ж	$З$	Матер. Сталь	Термообр HRC
1	$\phi 50\text{H}6$	$\phi 75\text{h}6$	$\phi 100$	22	110			30	20...25
2	$\phi 60\text{H}7$	$\phi 90\text{h}6$	$\phi 120$	24	125			40x	38...42
3	$\phi 70\text{H}6$	$\phi 100\text{h}7$	$\phi 130$	26	145			50	40...45
4	$\phi 80\text{H}7$	$\phi 120\text{h}6$	$\phi 140$	28	160			35	25...30
5	$\phi 100\text{H}6$	$\phi 130\text{h}7$	$\phi 150$	12	80			40	35...40