

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим работам**

по дисциплине

**“ Основы технологии производства и ремонта автомобилей ”**

Ростов-на-Дону  
2018

## Содержание

Общие положения.....4

**Практическая работа №1.** Разработка технологической схемы разборки и сборки СЕ

**Практическая работа №2.** Разработка технологического процесса восстановления детали с использованием способа наплавки

**Практическая работа №3.** Анализ сущности и технологических возможностей метода восстановления или повышения эксплуатационных свойств поверхности детали

Литература

## **Общие положения**

### Цель и задачи практикума

Целью практикума является систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по дисциплине и применение их при решении конкретных конструктивно-технологических задач.

### Задачи практикума

- научить студента разрабатывать технологические процессы ремонта и восстановления узлов и деталей машин;
- научить применять общенаучные, общетехнические и специальные знания для решения конкретных инженерных вопросов;
- дать практические навыки в разработке новых или совершенствовании существующих технологических процессов ремонта машин, при использовании типовых технологических процессов, в работе с ГОСТами, справочной литературой, нормативно-технической документацией.
- уметь принимать конструктивно-технологические решения;
- выяснить степень подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства, процесса науки и техники.

### Тематика, состав и объем практикума

Тематика практикума включает выполнение 3-х лабораторно-практических работ. В первой работе – разрабатывается технологическая схема сборки и разборки узла, включающая 10-15 деталей, во второй работе – разрабатывается технологический процесс восстановления детали и проводится расчет режимов выбранного метода восстановления; в третьей работе – раскрывается сущность и технологические возможности одного из методов или восстановления деталей или повышения эксплуатационных свойств поверхностного слоя деталей.

Практикум предусматривает выполнение следующих лабораторно-практических работ.

1. Разработка технологической схемы разборки и сборки СЕ – 6 часов;
2. Разработка технологического процесса восстановления деталей: способом наплавки – 6 часов;
3. Анализ сущности и технологических возможностей метода восстановления детали или повышения эксплуатационных свойств поверхности – 4 часа.

### Исходные данные для лабораторно-практических работ

Исходными данными для лабораторно-практических работ служат:

- чертежи агрегата, узла или детали, для которой проектируется технологический процесс.
- задание преподавателя проанализировать один из методов, восстановления или повышения эксплуатационных свойств поверхности детали.

## **Порядок получения задания, выполнения и отчетности по лабораторно-практическим работам.**

Исходные материалы и задание выдается преподавателем на первом лабораторно-практическом занятии.

Лабораторно-практические занятия посвященные разработке технологических процессов проводятся в следующем порядке.

Вначале преподавателем излагается, цели и задачи занятия. На примере раскрывается мето-

дика выполнения практической работы. Затем студенты применительно к своей СЕ и детали, под руководством преподавателя, решают поставленную перед ними конструктивно-технологическую задачу. Оформление лабораторно-практических работ студенты осуществляют во внеаудиторное время самостоятельно на листах А4 в виде отчета по лабораторно-практическим работам по дисциплине.

Лабораторно-практическое занятие, посвященное методам восстановления или повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей, проводится в форме семинара, на котором студенты в виде презентации представляют сущность и технологические возможности проанализированных ими, в соответствии с заданием преподавателя, методов.

Реферат по анализу сущности и технологических возможностей метода восстановления или повышения эксплуатационных свойств деталей является одним из разделов отчета.

Отчет по лабораторно-практическим работам принимается преподавателем на последнем лабораторно-практическом занятии до экзамена по соответствующей дисциплине.

Методика и последовательность выполнения лабораторно-практических работ

### **Практическая работа №1**

#### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАЗБОРКИ И СБОРКИ СЕ**

##### **Цель работы**

1. Изучить понятия о технологии разборки и сборки сборочных единиц.
2. Научиться разрабатывать технологическую схему разборки и сборки СЕ и оформлять его в виде технологической схемы.

##### **Исходные данные**

Исходными данными для разработки технологической схемы сборки (разборки) являются:

- сборочный чертеж изделия со спецификацией;
- технические условия на сборку (разборку) с указанием посадок сопряженных деталей, режимов испытания изделия, технологические инструкции на подбор деталей, сборку, контроль и регулировку сопряжений или СЕ;
- программа ремонтируемых изделий.

Кроме документации, желательно иметь образец изделия, на котором можно было бы выполнить пробную разборку или сборку по разрабатываемой технологической схеме.

##### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить сборочный чертеж и прилагаемые к нему технические условия на сборку.
2. Разработка структурно-технологической схемы разборки СЕ.

Разработка СЕ в целом осуществляется в определенной последовательности, которая определяется конструкцией изделия, а также программой ремонтного предприятия и ее однородностью в отношении типов и марок ремонтируемых машин.

При разработке схемы разборки ставится задача расчленить заданный узел на составные элементы таким образом, чтобы можно было осуществить разборку

наибольшего количества этих элементов независимо одного от другого (параллельно).

Такое расчленение дает возможность при организации ремонтных работ обоснованно закрепить те или другие ремонтные работы за конкретными исполнителями.

Схему разборки строят так, чтобы соответствующие сборочные единицы были представлены в ней в том порядке, в котором эти элементы представляется возможным снимать при разборке узла. СЕ и

детали изображают на схеме в виде прямоугольников с указанием индекса, наименования и количества элементов. Прямоугольник, изображающий сборочную единицу для большей наглядности можно выделить, обозначив его контур двойной линией (Рис 1).

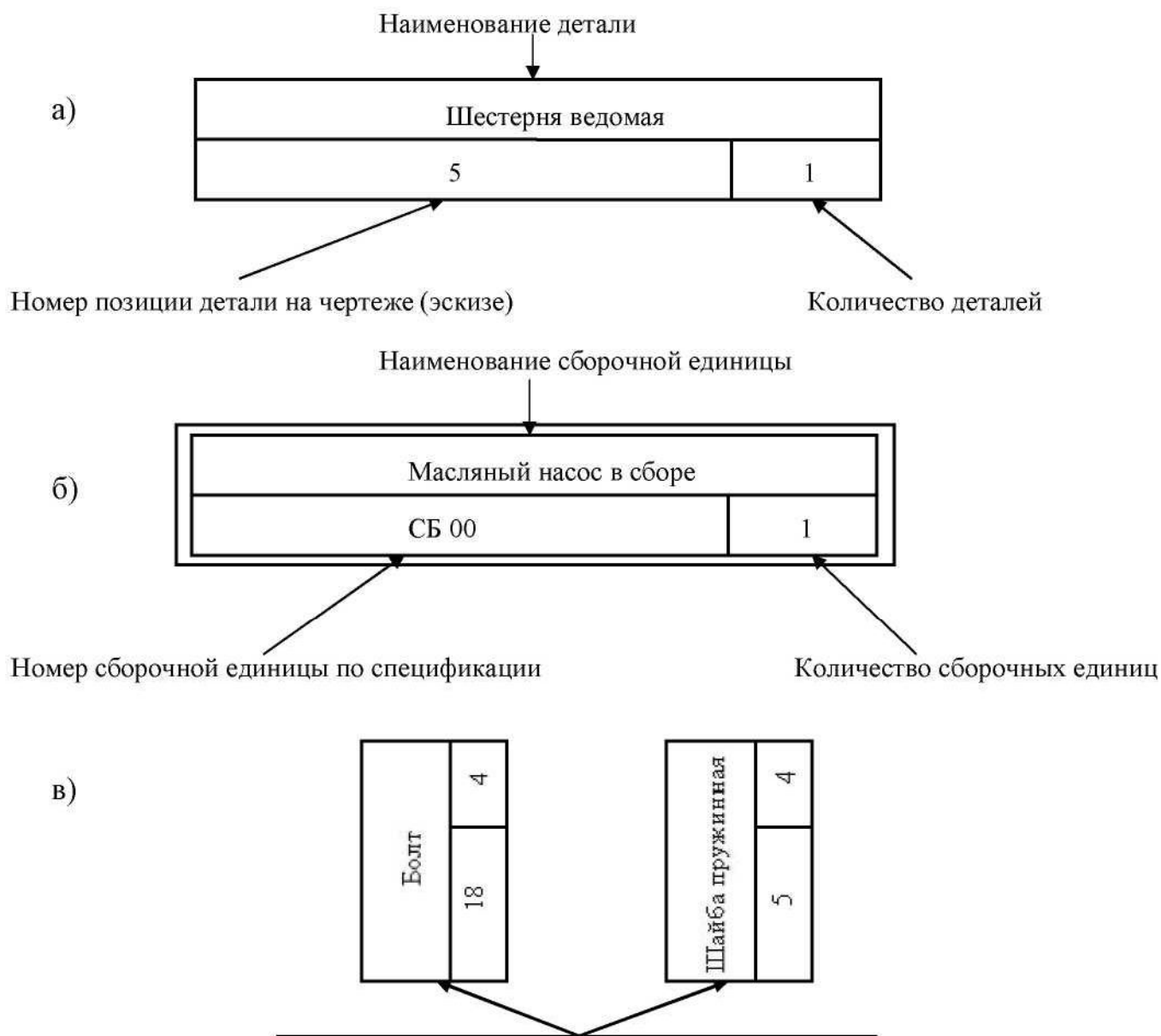
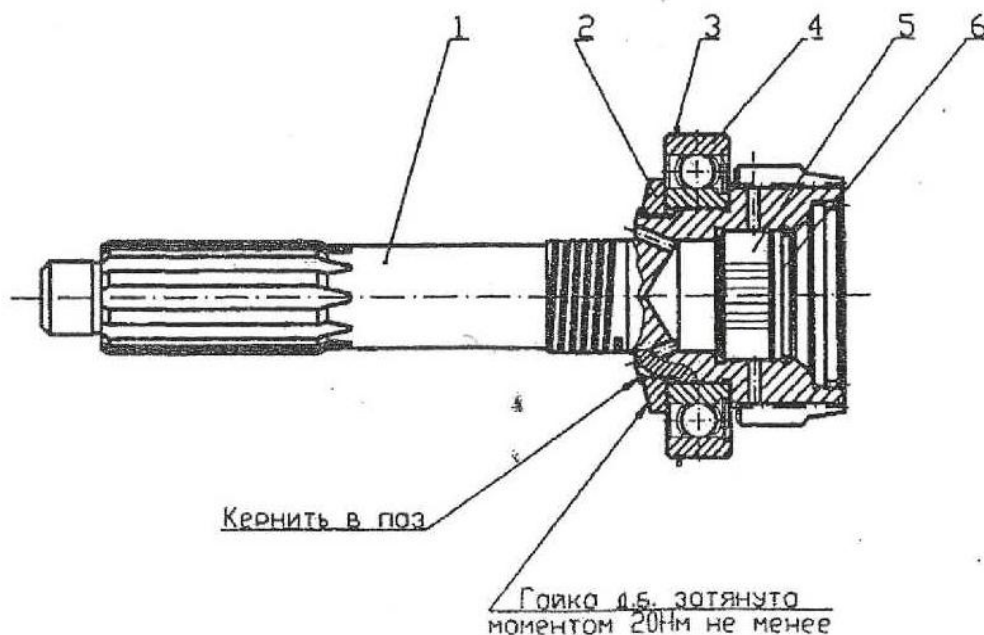


Рис 1. – Условное обозначение на схеме разборки объекта: а) – детали; б) – сборочной единицы в сборе; в) – одновременного снятия двух деталей при разборке.

На схеме прямоугольники, характеризующие сборочные единицы, рекомендуется размещать слева, а детали справа по ходу линии.

Началом разборки является сборочная единица, а концом - базовая деталь. Для примера рассмот-

рим первичный вал коробки передач автомобиля (Рис 2).



1. Допускается сборка роликоподшипника со свободными роликами с применением солидола
2. Последний ролик (закрывающий) устанавливается с торца, после чего ролики не должны выпадать.
3. Последний ролик должен устанавливаться свободно, без натяга. После установки последнего ролика сразу устанавливается стопорное кольцо. В каждом подшипнике должны быть ролики только одной группы.

Рис 2. Первичный вал коробки передач автомобиля в сборе

1 - первичный вал; 2 - гайка; 3 - стопорное кольцо; 4 - шарикоподшипник радиальный однорядный; 5 - кольцо стопорное; 6 - ролик 8х20.

В отчете дается краткое описание разборки. Разборка рассматриваемого узла производится в следующей последовательности:

Отвернуть гайку шарикоподшипника 2, снять стопорное кольцо 3, вынуть шарикоподшипник 4, снять стопорное кольцо 5 и вынуть ролики из роликоподшипника 6.

Образец технологической схемы разборки представлен на Рис 3.

Количество рабочих мест определяется программой конкретного ремонтного предприятия и трудоемкостью выполнения перечисленных операций.

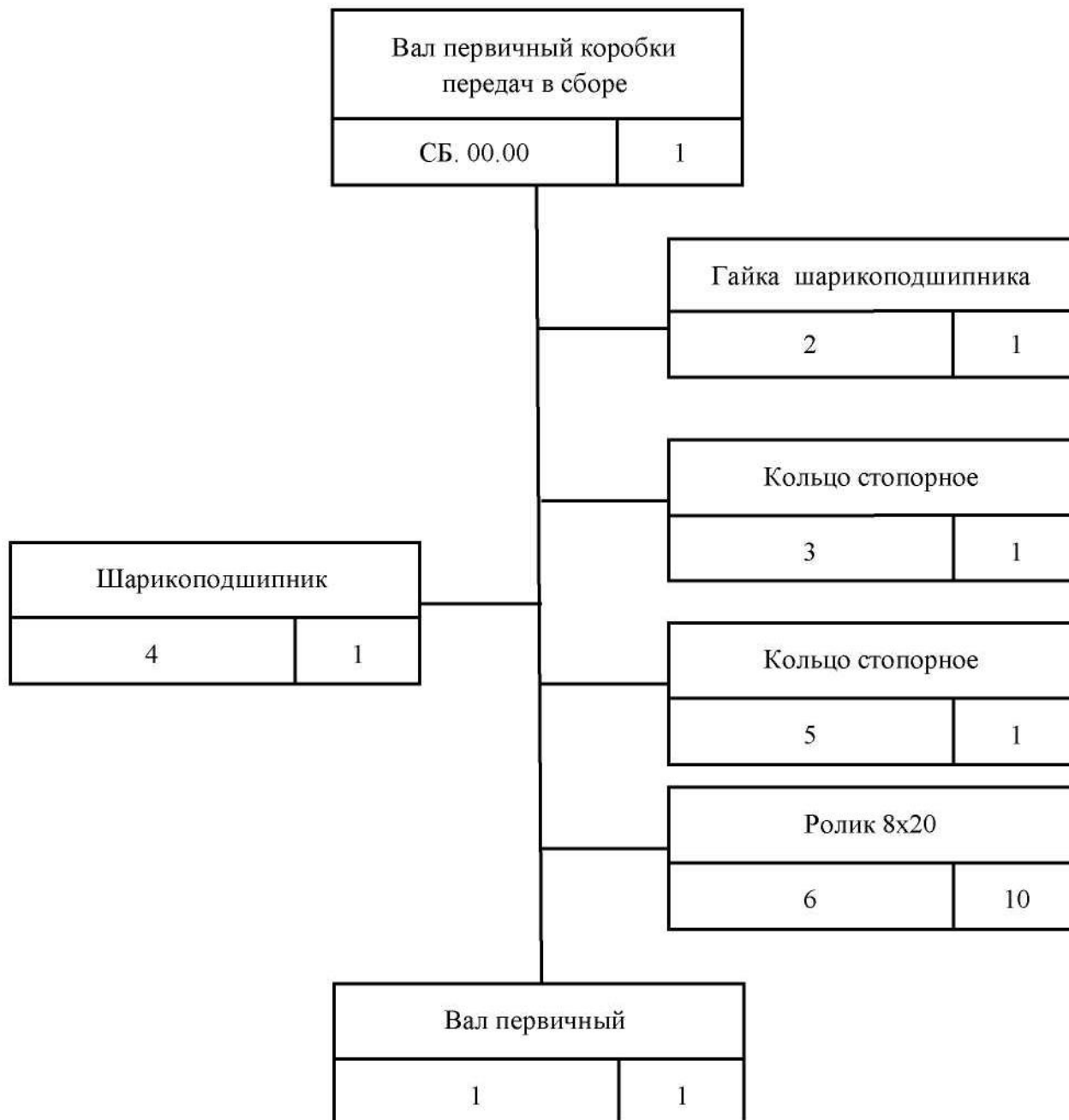


Рис.3. Технологическая схема разборки вала первичного в сборе

Практические рекомендации по выполнению разборки образца изделия.

Разборку необходимо выполнять в строгой последовательности, предусмотренной технологическим регламентом. Основные приемы и принципы разборки заключаются в следующем:

Сборочные единицы разбирают непосредственно на месте общей разборки, а также местах их ремонта и сборки в соответствии с технологической схемой.

Сначала снимают детали, которые легко можно повредить (нагнетательные трубки, штанги, рычаги, тяги и др.). Затем демонтируют отдельные сборочные узлы, которые разбирают на других рабочих местах.

При снятии крупных деталей, закрепленных большим числом болтов, во-избежании появления трещин сначала отпускают на пол-оборота все болты и гайки и только после этого их вывертывают.

Заржавевшие соединения перед отвертыванием смачивают керосином.

После разборки крепежные детали укладывают в сетчатые корзины для последующей промывки. Не разрешается применять зубило и молоток для отвертывания болтов, гаек, штуцеров и др., так как это может их повредить. Фасонные гайки и штуцера отвертывают специальными ключами.

Запрессованные детали снимают под прессом или с помощью съемников и приспособлений. В отдельных случаях, штуцеры, втулки и оси можно выпрессовать специальными выколотками с медными наконечниками и молотками с медными байками.

При выпрессовке подшипника из корпуса усилие прикладывают к наружному кольцу, а с вала к внутреннему. Запрещается использовать ударный инструмент.

Снятые детали желательно укладывать на стеллажи и приспособления для транспортирования на мойку, так чтобы не повредить рабочие поверхности.

Нельзя разбирать детали, которые при изготовлении обрабатывают в сборе (крышки коренных подшипников с блоками и др.). Кроме этого, запрещается снимать детали, подлежащие совместной балансировке, а также приработанные пары деталей и годные для дальнейшей работы (конические шестерни главной передачи, шестерни масляных насосов и др.). Детали, не подлежащие обслуживанию, метят, связывают проволокой - вновь соединяют болтами и укладывают в отдельную тару или сохраняют их комплектность другими способами.

### 3. Построение технологической схемы сборки СЕ.

Технологическая схема сборки, как и структурно-технологическая схема разборки представляет собой вспомогательный технологический документ (не входящий в число документов обязательной технической документации, который в графическом виде показывает:

- последовательность соединения деталей и сборочных единиц входящих в изделие;
- состав сборочных единиц входящих в изделие;
- выполнение операций, не связанных с присоединением деталей и сборочных единиц (контроль, регулировка, заливка масла или рабочих жидкостей, окраска, упаковка и др.)

Технологическая схема сборки предназначена для:

- раскрытия структуры изделия и возможности применения узловой сборки;
- формализации и алгоритмизации разработки технологического процесса сборки;
- оценки конструкции изделия с технологической точки зрения.

Для проектирования технологического процесса сборки наиболее приемлемой формой технологической схемы сборки, является схема обеспечивающая ранжирование сборочных единиц по уровням и порядкам. При составлении такой технологической схемы сборки используют также ряд формализационных описаний и обозначений.

1. Сборочные единицы (СЕ) входящие в изделие имеют разные порядки, начиная от 0 до N. СЕ0 - сборочная единица нулевого порядка, представляет собой

предметы не требующие сборки, К ним относятся детали, подшипники, изделия, поступающие на сборку со стороны (покупные или собранные в других подразделениях).

2. Порядок сборочной единицы всегда на единицу больше максимального порядка, входящих в нее элементов.

При определении порядка сборочной единицы необходимо учитывать следующее:

- при соединении любой очередной детали к сборочной единицы порядок сборочной единицы не повышается (Рис 4а, б).
- сборочная единица переходит на следующий уровень только после соединения сборочных единиц аналогичного порядка (Рис 4в).

Правила определения порядка сборочных единиц в общем виде можно записать в виде:



$$CE1 = \sum_{i=1}^{i=n} CE0_i; \quad CE2 = \sum_{i=1}^2 CE1_i; \quad CE N = \sum_{i=1}^2 CE(N-1)_i;$$

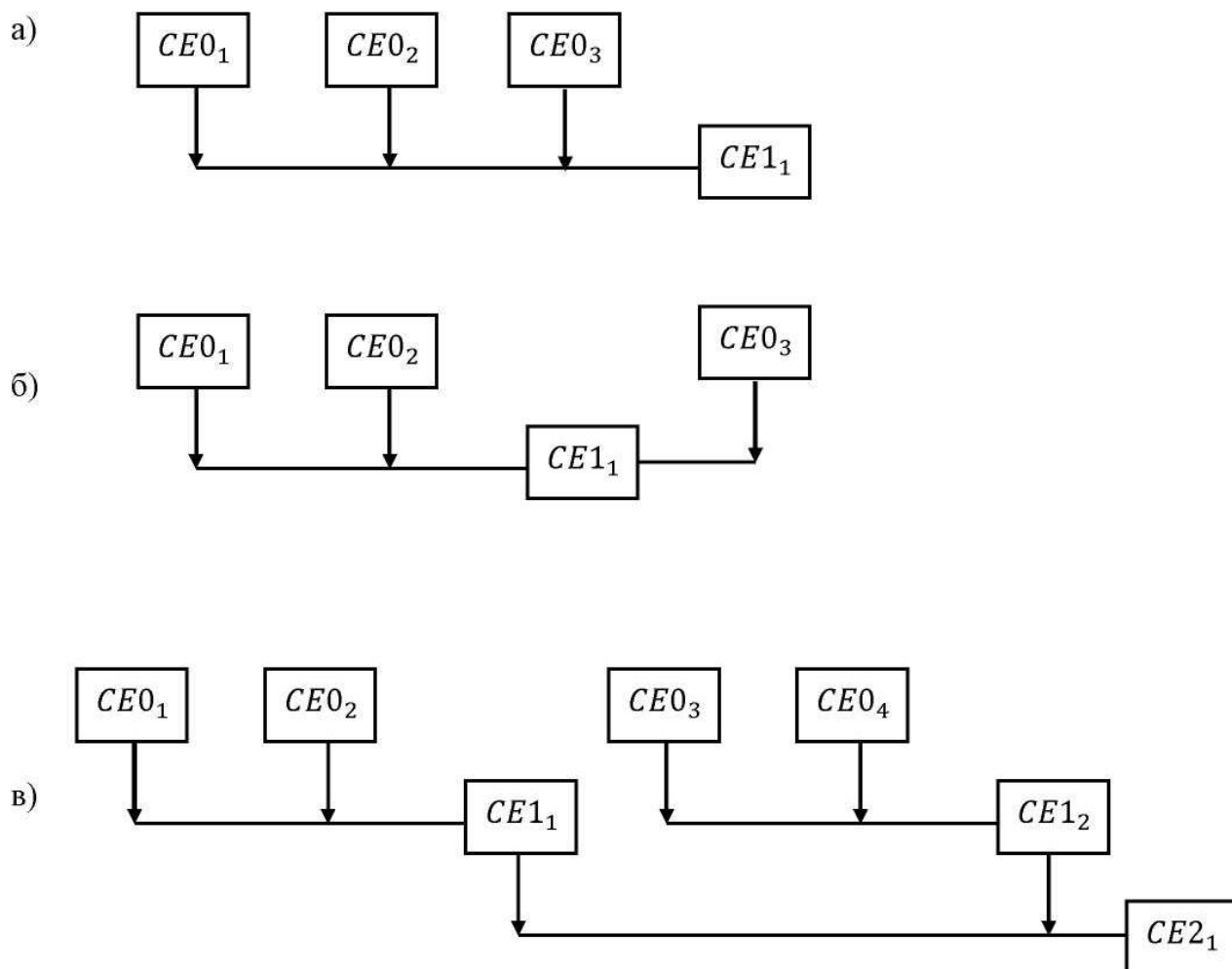


Рис 4. Схема формирования порядка сборочных единиц

Для описания сборочных единиц в ранжированной технологической схеме сборки используется прямоугольник, представленный на Рис. 1.

3. В технологической схеме сборки используются следующие формализационные обозначения действий, связанных со сборкой элементов изделий:

- присоединение сборочной единицы (Рис. 5а) обозначается стрелкой на данном уровне сборки с нумерацией перехода;
- присоединение сборочной единицы с дополнительными действиями (Рис. 5б);
- действия не связанные с присоединением сборочной единицы и предусматривающие регулировку, измерение, испытание, заполнение рабочими средствами, балансировку, окраску, упаковку и другие (Рис. 5в);
- промежуточная разборка при использовании регулировки с помощью неподвижного компенсатора (Рис. 5г).

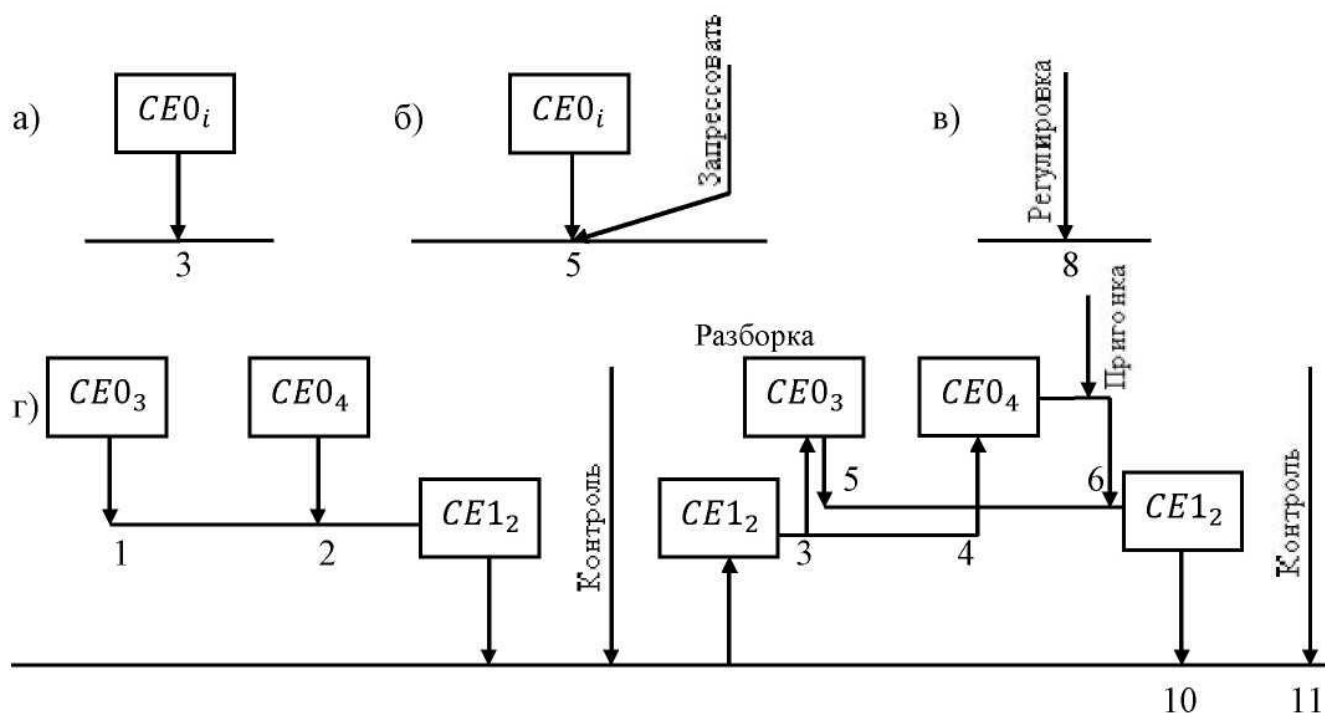


Рис. 5. Технологическая схема сборки

Построение технологической схемы сборки начинается с подготовки поля, для чего на листе произвольной длины проводят горизонтальные линии, обозначающие уровни сборочных единиц. Если неизвестны сборочные единицы каждого уровня, которые могут встретиться при проектировании, следует взять их с запасом, включая общую сборку. При построении технологической схемы сборки вполне допускаются незаполненные уровни высших порядков.

Построение технологической схемы сборки начинается с того, что изображается базовая деталь, которая отправляется на общую сборку. Затем к базовой детали на уровне общей сборки присоединяют прочие элементы в очередности, исходящей из простоты соединения, при этом желательно присоединять любую деталь, пока собираемая сборочная единица не обросла прочими элементами.

Пример построения технологической схемы сборки первичного вала коробки передач представлен на

Рис.

6.

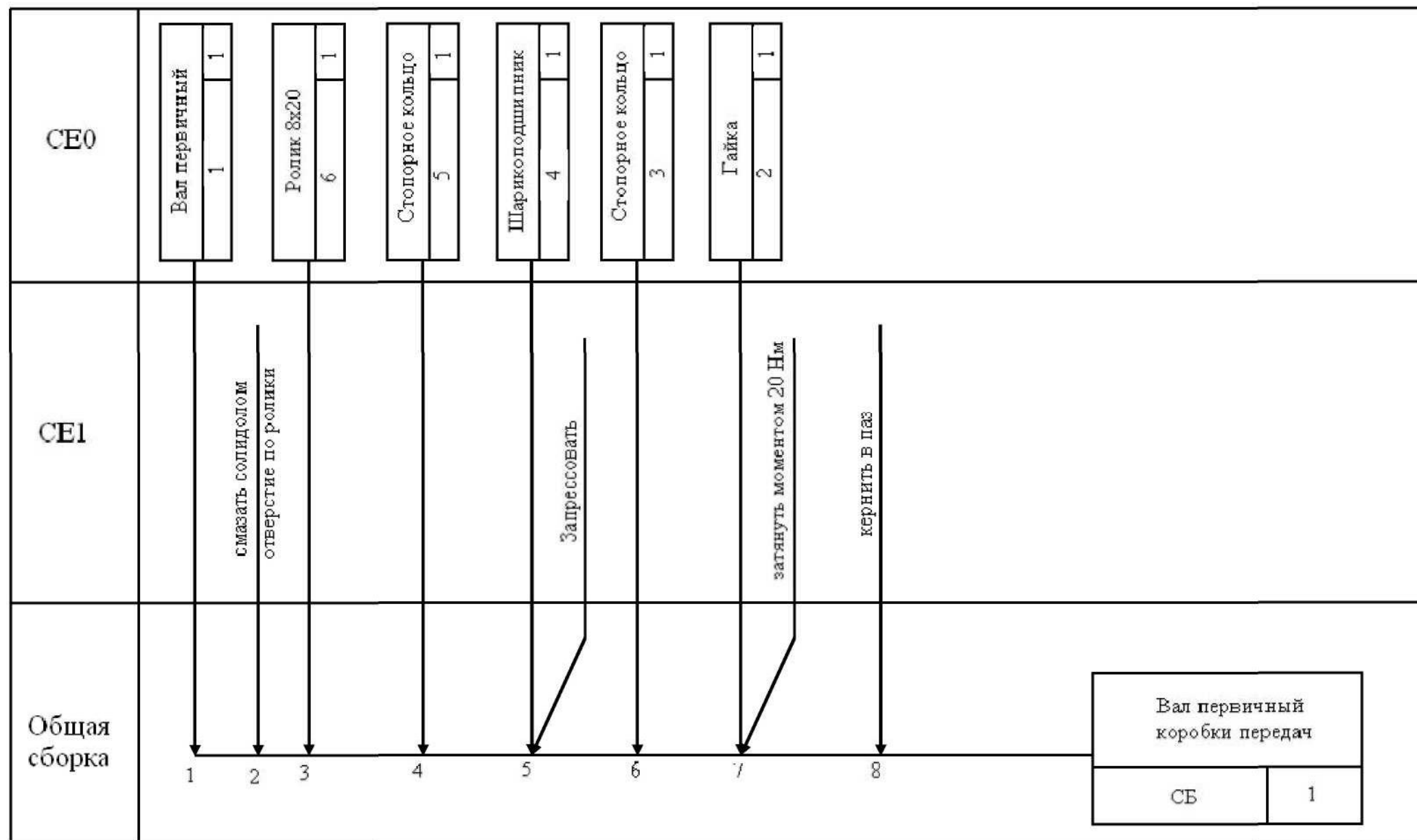


Рис. 6. Технологическая схема сборки вала первичного коробки передач

#### 4. Составление перечня переходов узловой и общей сборки.

Перечень переходов необходимо начинать с перечисления переходов общей сборки.

Перечень переходов узловой сборки выражается в перечислении переходов сборки в последовательности установки сборочных единиц соответствующего порядка на общей сборке с их раскрытием вплоть до СЕ первого порядка структурная схема построения маршрутного технологического процесса сборки изделия представлена на рис. 7.

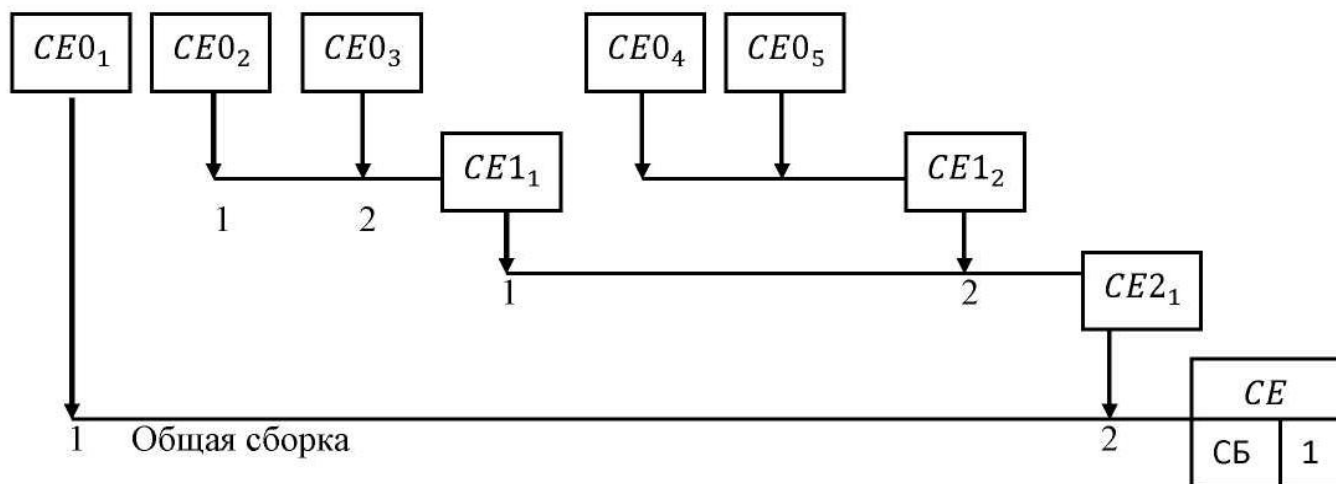


Рис. 7. Структурная схема составления перечня переходов узловой и общей сборки

#### Общая сборка

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

#### Сборка CE2

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

#### Сборка CE1<sub>1</sub>.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

#### Сборка CE1<sub>2</sub>.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

Описание маршрутной технологии сборки рассмотрен на примере технологии сборки вала первичного коробки передач.

#### Общая сборка

1. Установить вал первичный.
2. Смазать солидолом отверстие по роликам.
3. Установить ролики.
4. Установить стопорное кольцо 5.
5. Запрессовать шарикоподшипник.
6. Установить стопорное кольцо.
7. Навинтить и затянуть гайку.
8. Кернить стопорное кольцо.

## **Практическая работа №2**

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПОСОБА НАПЛАВКИ**

#### **Цель работы**

1. Изучить понятия о технологическом процессе восстановления и его составных частях;
2. Ознакомиться с основными правилами разработки ремонтного чертежа;
3. Изучить порядок разработки технологического процесса восстановления деталей;
4. Научиться разрабатывать технологический процесс и оформлять его в виде технологической карты.

Для выполнения этой работы преподавателем на основании чертежа сборочной единицы выданной студенту определяется деталь для восстановления и определяется её дефект подлежащий устранению способом наплавки. Далее методически работа выполняется в следующей последовательности:

#### **Этап 1. Разработка ремонтного чертежа детали**

Ремонтный чертеж выполняется в соответствии с черновиками предусмотренными ГОСТом 2.604-68 «чертежи ремонтные» и ОСТ 70.0009.006-85 «Чертежи ремонтные. Порядок разработки, согласования и утверждения»

Исходными данными для разработки ремонтного чертежа являются:

- 1) рабочий чертеж детали;
- 2) технические требования на дефектацию детали;
- 3) данные по выбору рациональных способов устранения дефектов;
- 4) технические требования на восстанавливаемую деталь.

#### **Основные правила выполнения ремонтных чертежей:**

- 1) места детали, подлежащие ремонту (восстановлению) выделяются сплошной толстой основной линией, остальные — сплошной тонкой линией;
- 2) размеры и их предельные отклонения, значение шероховатостей следует указывать только для восстанавливаемых элементов деталей.
- 3) на ремонтных чертежах изображаются только те виды, разрезы, сечения, которые необходимы для проведения восстановления детали;
- 4) для поверхности, подвергаемой механической обработке перед наращиванием (гальванопокрытием, наплавкой и т.п), необходимо указывать размер, до которого производится обработка. На чертеже в этом случае рекомендуется вычерчивать эскиз подготовки соответствующего участка детали;
- 5) категорийные и пригоночные размеры поверхностей представляются буквенными обозначениями, а их численные значения приводятся в таблице. Таблица помещается в правой верхней части чертежа. Категорийными размерами называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные техническими требованиями для определенной категории ремонта. Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные на пригонку детали «по месту».
- 6) на поле ремонтного чертежа, кроме таблицы ремонтных размеров, помещенной в таблицу, в которой приводят номера дефектов, коэффициенты повторяемости дефектов, основной и допускаемые способы устранения. В качестве основного принимают обоснованный ранее рациональный способ восстановления. При восстановлении деталей сваркой, наплавкой, напылением и др. в таблице следует указывать наименование и обозначение (марку) материала и защитной среды. Под таблицей дефектов указывают ус-

ловия и дефекты, при которых деталь не принимают на восстановление, а также приводят технологический маршрут восстановления по основному способу устранения дефектов. Размеры граф и строк таблицы дефектов определяется объемом текстовой части и наличием свободного поля чертежа

7) на поле чертежа над основной надписью излагают технические требования, относящиеся к восстанавливаемым поверхностям: термическая обработка и твердость; предельные отклонения размеров, форм и взаимного расположения поверхностей и др.; требования к качеству поверхностей (наличие нор, раковин, отслоений и т. д.) и другие;

8) при необходимости на свободном поле чертежа приводят указания по базированию;

9) ремонтные чертежи рекомендуется выполнять на форматах А1-А3. При этом изображение детали, спецификацию, технические требования и таблицу категоричных размеров выполняют на первом листе, а виды, разрезы, сечения, таблицу дефектов можно выполнить на последующих листах.

10) при обозначении ремонтного чертежа к обозначению рабочего чертежа детали добавляют букву «Р» (ремонтный)

На рис. 8 и табл.1 приведен пример оформления ремонтного чертежа и дефектного вала первичного коробки передач автомобиля.

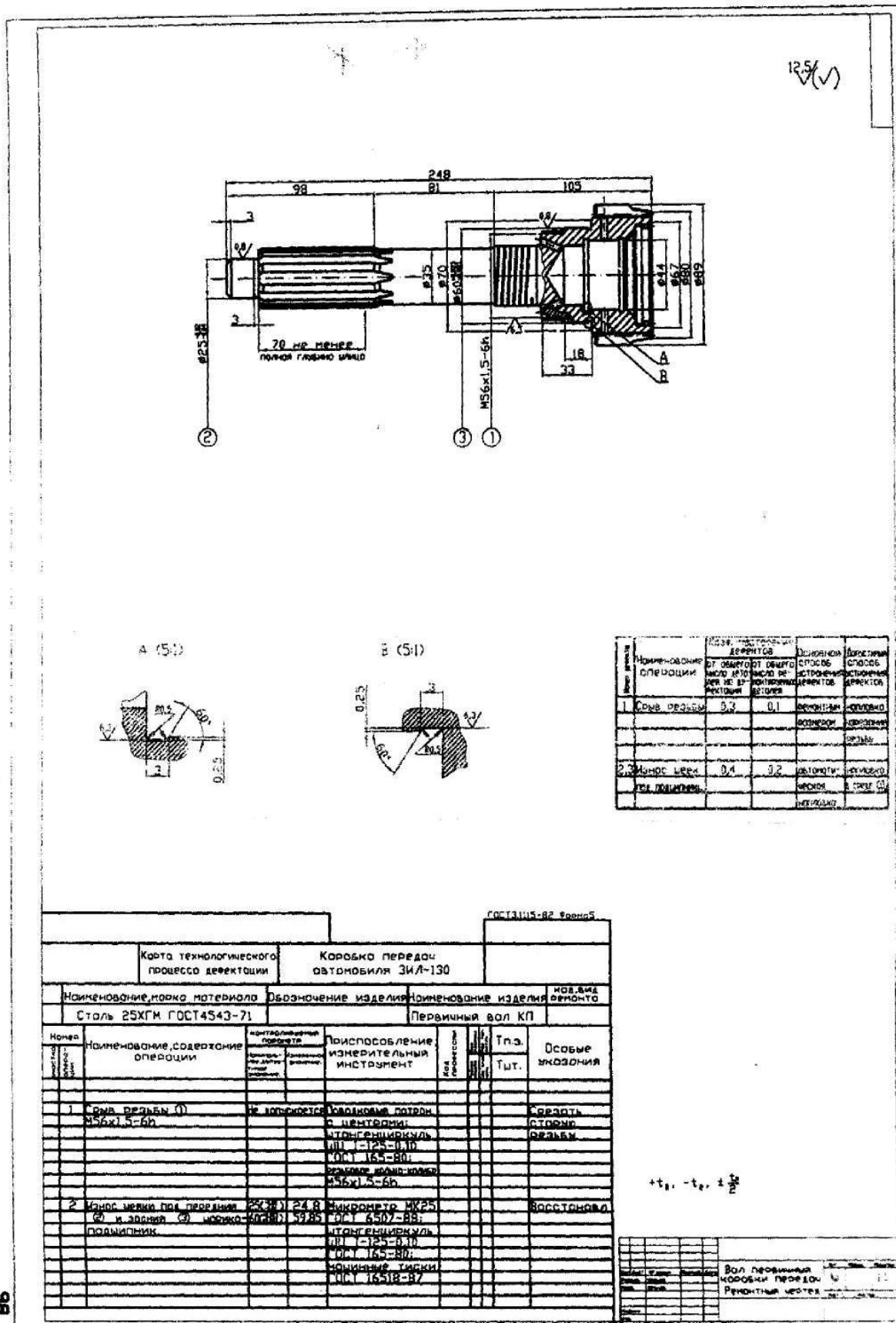


Рис. 8. Ремонтный чертеж



Дефектная карта

	Наименование дефекта	Размер дефектной части DxL	Величина дефекта (износа) мм.	Условия работы при эксплуатации ИИ	Выбор способа устранения дефекта	План устранения дефекта
	Срыв резьбы М 5 6 x 1,5	56x15	0,5	Сухое трение	Наплавка	Срезать резьбу до Ø55 наплавка нарезать новую резьбу
	Износ шейки под подшипник $\varnothing 25_{-0,02}^{-0,04}$	25x15	0,1	Трение в смазке	Наплавка	Шлифовать наплавить шлифовать
	Износ шейки под подшипник $\varnothing 60_{-0,02}^{-0,04}$	60x18	0,2	Трение в смазке	Наплавка	Шлифовать наплавить шлифовать

Ремонтный чертеж является основным документом, по которому разрабатывается технологический процесс восстановления детали.

### Этап 2. Разработка технологического маршрута восстановления детали

Технологический маршрут разрабатывается на основании анализа ремонтного чертежа детали.

Намечая технологический маршрут необходимо исходить из условий правильного базирования детали, чтобы обеспечить необходимую точность обработки, удобство, простоту и надежность закрепления детали.

При выборе базовых поверхностей необходимо учитывать следующие положения:

1. рекомендуется принимать основные поверхности, при помощи которых определяется положение детали в изделии;
2. базирование детали по поверхности с износами повышенной погрешности базирования и снижает точность обработки;
3. в качестве установочной базы может быть принята вспомогательная база. Она может быть использована для исправления основных базовых поверхностей;
4. базирующая поверхность должна обеспечивать наибольшую жесткость детали при установке ее на станке или в приспособлении
5. за черновые базы необходимо принимать поверхности, которые не обрабатываются или обрабатываются с минимальной точностью;
6. за черновую базу рекомендуется принимать основные базирующие поверхности;
7. необходимо соблюдать принцип единства баз, целесообразно использовать те же базы, что и

при изготовлении детали.

При составлении технологического маршрута первоначально необходимо выделить наиболее ответственные (точные) поверхности, а так же дефекты, требующие многократной обработки для их устранения. Затем для устранения каждого дефекта, входящего в маршрут намечают состав и последовательность выполнения технологических операций.

На основании последовательности выполнения операций по установлению каждого в отдельности дефекта составляется технологический маршрут восстановления детали путем выявления операций, которые можно совместить, и поверхностей, которые можно обработать совместно.

Операции технологического маршрута располагают одна за другой в наиболее рациональной последовательности из условий выполнения требований ремонтного чертежа наиболее экономичным способом. Операции должны располагаться в такой последовательности, которая обеспечивает требования чертежа, минимальную трудоемкость, исключение брака, сохранность оборудования, стойкость инструмента и т.д.

При составлении технологического маршрута можно исходить из таких основных положений:

1. тепловые операции (кузнечные, сварочные, наплавочные и т.д.) выполняются в первую очередь, т.к. при этом вследствие остаточных внутренних напряжений возникает деформация деталей;
2. операции, при выполнении которых производится сьем металла большой толщины, также планируется в числе первых, т.к. при этом выявляются возможные внутренние дефекты и происходит перераспределение внутренних напряжений, что сопровождается деформацией деталей;
3. механическую обработку необходимо начинать с исправления базовых поверхностей, а при использовании в качестве установочных баз работавших поверхностей необходимо ориентироваться на изношенные участки;
4. в первую очередь необходимо обработать ту поверхность, относительно которой на чертеже координировано большее количество других поверхностей;
5. в числе последующих операций назначают механические (слесарные) и окончательную обработку сначала менее точных поверхностей, а затем более точных
6. если при восстановлении детали применяется термическая обработка, то операции выполняются в такой последовательности: черновая механическая, термическая, чистовая механическая;
7. не рекомендуется совмещать черновые и чистовые операции т.к. они выполняются с различной точностью; в последнюю очередь выполняются чистовые операции;
8. заканчивают обработку детали обработкой наиболее точной поверхности;
9. последним в маршруте часто назначают обработку легко повреждаемых поверхностей (резьба и т.п.).

В качестве примера в таблице 2\_\_\_\_\_ приведен технологический маршрут восстановления вала первичного коробки передач автомобиля.

№ операции	Наименование и содержание операции
005	Моечная
010	Дефектация
015	Токарно-винторезная (дефект 1) Срезать старую резьбу с 056 до 055
020	Круглошлифовальная (дефект 2; 3) Шлифовать шейки под передний и задний шарико-подшипники
025	Наплавочная (дефект 2) Наплавить шейку под подшипник с 024 до 0 26 мм на длине 20 мм
030	Наплавочная (дефект 1; 3) Наплавить шейку под задний шарикоподшипник и резьбу до 0 57 мм на длине 28 мм
035	Токарно-винторезная (дефект 1) Проточить шейку под резьбу. Нарезать новую резьбу M56x1,5-h6
040	Круглошлифовальная (дефект 2; 3) Шлифовать шейки под подшипники
045	Слесарная (дефект 1) Прожечь резьбу M56x1,5-h6
050	Контрольная

### Этап 3. Расчет режимов выполнения операций восстановления деталей способом наплавки

#### 3.1 Сущность наплавки и методы ее реализации

Восстановление деталей машин, подвергающихся воздействию абразивной массы или интенсивному трению в узлах сопряжения, может производиться различными способами наплавки мест износа (табл. 3).

В промышленности и особенно на ремонтных предприятиях наиболее широко распространена полуавтоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса (рис. 9).

Таблица 3

Основные методы наплавки

Методы наплавки	Производительность	Тол-	Доля
-----------------	--------------------	------	------

	Кг/ч	см <sup>2</sup> /ми н	щина слоя наплавки,мм	основного металла в наплавлен- ном слое,%
Открытой дугой (порошковой проволокой)	0.4-4	8-14	0.5-4	20-40
Электроконтактная	1-2.8	50-90	0.2- 1.5	-
Вибродуговая	0.5-4	8-22	0.3-3	8-20
В среде CO <sub>2</sub>	1.5-4.5	18-36	0.5- 3.5	12-45
Аргонодуговая	0.3-3.6	13-26	0.2- 2.5	6-25
Плазменная	2-12	45-72	0.2-5	5-30
Под слоем флюса	2-15	16-24	0.8-10	27-60
Индукционная	20	До 150	0.3- 2.5	Не- значит.

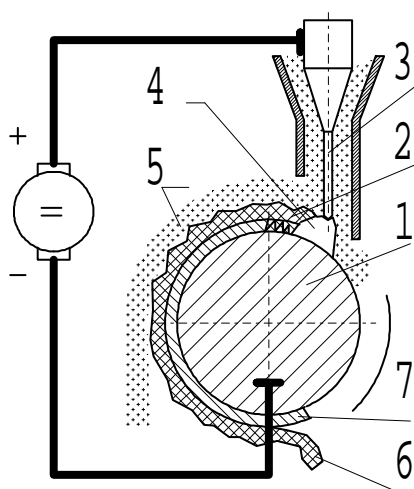


Рис. 9 Схема наплавки под слоем флюса тел вращения:

1—деталь; 2—жидкий металл; 3—электродная проволока; 4—расплавленный шлак; 5—нерасплавленный флюс. 6—шлаковая корка; 7 — наплавленный металл;

Этот способ высокопроизводителен, обеспечивает стабильность качества наплавленного металла. Его целесообразно применять для упрочнения и восстановления плоских и цилиндрических поверхностей деталей машин с использованием плавленных флюсов ОСЦ-45; АН-348, АН-60 и др. Постоянный ток подводят к электроду и изделию. Зона наплавки на всем протяжении перемещения дуги покрыта слоем порошкового флюса. В зоне горения дуги оплавляется поверхность детали, торец электрода и прилегающая масса флюса. Электродная проволока по мере оплавления подается в зону дуги. В процессе плавления флюса происходит выделение газа и образование газовой оболочки, обеспечивающей эффективную защиту расплавленного металла от взаимодействия с атмосферными газами и выгорания легирующих элементов. Кроме того флюсовое покрытие сохраняет тепло дуги и препятствует разбрызгиванию жидкого металла при силе тока до 400-500 А. Поверхность наплавки под слоем флюса относительно гладкая с плавными переходами от валика к валику; наплавленный слой без трещин и пор. Наплавку проводят на специальных установках.

При механизированной наплавке открытой дугой электродная проволока непрерывно поступает

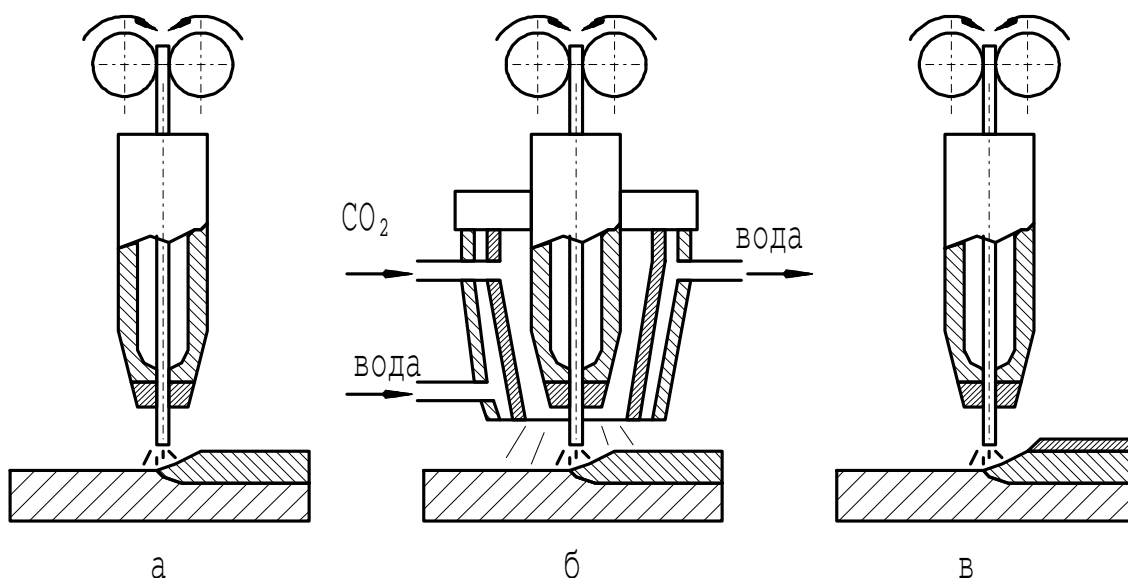
в зону плавления. Этот способ позволяет выполнять наплавку поверхностей и кромок деталей в различных пространственных положениях, а также цилиндрических деталей. Кроме того возможно визуальное наблюдение за ходом процесса. Различают три разновидности механизированной наплавки открытой дугой (рис 10):

1. Наплавка голой электродной проволокой без дополнительной защиты (рис. 10,а). Для улучшения свойств наплавленного металла материал проволоки должен содержать раскислители (алюминий, титан, кремний, марганец), а также редкоземельные элементы (лантан, церий) марка проволоки ЭП-317.

2. Наплавка в среде защитного газа (рис10,б). Проволока подается через горелку, снабженную соплами для подачи защитного газа. Этот способ применяют в тех случаях, когда наплавка под слоем флюса не может быть выполнена. Недостатки способа – разбрызгивание некоторого количества металла (5-15%); сложность получения высоколегированных наплавов; поверхность наплавки получается менее гладкой, чем при наплавке под слоем флюса.

Рис.10. Схемы механизированной наплавки открытой дугой (а – голой электродной проволокой; б – в среде углекислого газа; в – порошковой проволокой с внутренней защитой)

3. Наплавка порошковой проволокой с внутренней защитой (рис 10,в) наиболее перспек-



тивный способ из всех разновидностей наплавки открытой дугой. Возможность широкого регулирования химического состава наплавленного металла и автоматизация процесса обеспечивают этому способу все большее признание. Порошковой проволокой проводят наплавку наружных и внутренних поверхностей различной формы и пространственного положения с использованием аппаратов, применяемых при наплавке под слоем флюса.

Выбор марки присадочного материала и метода упрочнения определяется условиями работы детали в эксплуатации, а также особенностями ее изготовления в условиях производства. Выбранный способ должен обеспечивать выполнение технических условий на изготовление детали. На выбор того или иного материала и способа его нанесения влияют также технико-экономические показатели, которые определяются производительностью процесса, стоимостью применяемых материалов и оборудования, серийностью производства, степенью повышения долговечности деталей в результате наплавки, а также условиями труда рабочих. Большое количество разработанных методов, а также многообразие факторов, влияющих на выбор оптимального способа упрочнения, часто не позволяют однозначно ре-

шить эту задачу. Технолог обязан тщательно изучить и проанализировать достоинства и недостатки различных методов наплавки, и выбрать такой, который позволит получить наиболее высокие технико-экономические показатели. Чем меньше диаметр детали, тем сложнее удержать ванну наплавляемого металла. Это особенно заметно проявляется при уменьшении диаметра детали до 50 мм и менее. Для деталей диаметром до 50 мм можно рекомендовать вибродуговую наплавку, автоматическую наплавку в углекислом газе тонкой электродной проволокой, ручную дуговую наплавку электродами диаметром до 3 мм. Наплавка деталей диаметром 50-100 мм может производиться порошковой самозащитной проволокой и проволокой под флюсом. При наплавке деталей диаметром свыше 100 мм можно использовать способ наплавки проволокой или лентой под флюсом (табл.4).

Таблица 4

Выбор способа наплавки цилиндрических деталей по диаметру

Диаметр детали,мм	Рекомендуемый способ
Менее 50	Наплавка в среде углекислого газа тонкой проволокой
50-100	Наплавка проволокой под слоем флюса; Наплавка порошковой проволокой с внутренней защитой.
Свыше 100	Наплавка электродной проволокой или лентой под слоем флюса

В соответствии с условиями работы быстроизнашивающихся деталей приведены некоторые рекомендации марки наплавочных материалов и метода их нанесения с указанием конкретных примеров из практики упрочнения и восстановления деталей машин(Табл.5).

Таблица 5

Некоторые рекомендации по применению наплавочных материалов

Наименование быстроизнашивающихся деталей	Условия работы деталей эксплуатации	Рекомендуемый вид наплавки	Марка присадочного материала	Характер присадочного материала
Опорные и натяжные катки тракторов, оси катков, звенья гусениц	Трение с абразивной слойкой	Порошковой проволокой	ПП-АН1, ПП-АН3 и т.д.	Наплавочная порошковая проволока
Гладкие валы, оси, шлицевые валы, пальцы, фланцы, муфты	Трение в смазке	В среде углекислого газа	Св-08Г2С, Св-12ГС6, Св-10Г2С, и т.д.	Наплавочная и сварочная проволока
Молотки дробилок, прижимы, ножи	Сухое трение, абразивный, коррозионный эрозийный износ	Электродуговая под слоем флюса	Св-08,Св-08ГЛ, Св-08ГС, НП-25, НП-45, НП-65, НП-80,	Наплавочная и сварочная проволока

			и т.д.	
--	--	--	--------	--

Марку наплавочного материала выбирают в соответствии с условиями работы упрочняемых деталей и особенностями применяемого метода наплавки. Состав проволоки для механизированной наплавки регламентирован ГОСТом, в котором приведена ориентировочная твердость наплавленного металла и примерное назначение. Широко используется для наплавки стандартная сварочная проволока (ГОСТ 2246-70).

Углеродистые и легированные сварочные проволоки применяют для восстановления размеров различных изношенных деталей.

Высокохромистые проволоки Св-10Х13, Св-08Х14ГТ, Св-10Х17Т обеспечивают повышенную коррозионную стойкость и износостойкость наплавленного металла.

Хромоникелевыми аустенитными проволоками Св-06Х19Н9 и Св-06Х19Н9Т наплавляют детали, подверженные коррозии и кавитации.

При большом объеме наплавочных работ применяют ленты.

Свойства наплавленного материала и область применения лент определяются их химическим составом и соответствуют маркам аналогичного химического состава наплавочной и сварочной проволок. Особенность применения лент – повышенная производительность процесса наплавки и уменьшенная глубина проплавления основного металла, что обеспечивает лучшее качество наплавленных слоев. Ленты из высокоуглеродистых материалов и высоколегированных сплавов изготавливают методом бесслиткового проката. Применяют ленты толщиной 0,4-1,0 мм и шириной 20-100 мм.

Широкое распространение находит наплавка порошковой проволокой, представляющей собой металлическую оболочку из низкоуглеродистой ленты толщиной 0,5-1 мм, наполненную порошковыми материалами. Применение порошковой проволоки позволяет повысить производительность наплавки при высоком легировании наплавленного металла. Наплавка проводится под слоем флюса или в среде углекислого газа. В последнем случае в состав наполнителя проволоки вводят титан. Порошковая проволока с внутренней защитой, наряду с легирующими элементами, содержит газо- и шлакообразующие материалы, защищающие зону наплавки в момент плавления. Марки проволоки этого типа наряду с обычным обозначением содержания основных химических элементов имеют «0», например, ПП-3Х13-0. Химический состав и свойства наплавленного металла ряда наплавочных проволок приведены в таблице 6.

Таблица 6

Рекомендуемые порошковые проволоки

Марка проволоки	Содержание элементов, %							Свойства наплавленного металла
		i	n	r			i	
ПП-3Х2В8	.6	.3	.45	.8	.75	.3		Износостойкость при повышенных температурах и больших удельных давлениях
ПП-4Х2В8	.7	.3	.45	.8	.5	.7		
ПП-5Х2В8	.75	.35	.7	.0	.3	.3		

ПЭ- 6ХЗВ10	.49			.94	0.4	.25		Износостойкость при ударном воздействии и абразивном износе
ПП- Х12ВФ	.4	.4	.6	5	.3	.3		
ПП- Х10В14	.5	.5	.4	1	6			
ПП- 30Х10Г10Т	.35	.4	3	2			.0	Износостойкость при жидкостной коррозии, эрозии и кавитации
ПП-Г13-0	.0	.3	3					Повышенная износостой- кость в условиях абразив- ного износа при нагрузках

Наплавка цилиндрических поверхностей может производиться отдельными валиками, вдоль образующей, кольцевыми валиками и по винтовой линии. Однако, цилиндрические поверхности лучше наплавлять по винтовой линии. Важным преимуществом этой схемы наплавки являются непрерывность процесса и уменьшения деформаций. Для удержания наплавляемого металла ось электрода необходимо смещать от зенита в сторону, противоположную вращению детали (рис.1). В зависимости от диаметра наплавляемой поверхности и режимов наплавки, смещение составляет  $3 \div 20$  мм.

Режим наплавки определяет величину ванны жидкого металла и шлака. К важнейшим элементам режима наплавки относятся: сварочный ток, напряжения на дуге, вылет электрода, его смещение от зенита и скорость наплавки. Величина сварочного тока определяется скоростью подачи электрода и его диаметром. Чем больше ток сварки, тем выше производительность наплавки, глубже проплавление основного металла, больше объем сварочной ванны. При больших значениях сварочного тока валик наплавленного металла получается высоким и узким.

Скорость наплавки связана с диаметром и частотой вращения наплавленной детали (рис. 11).

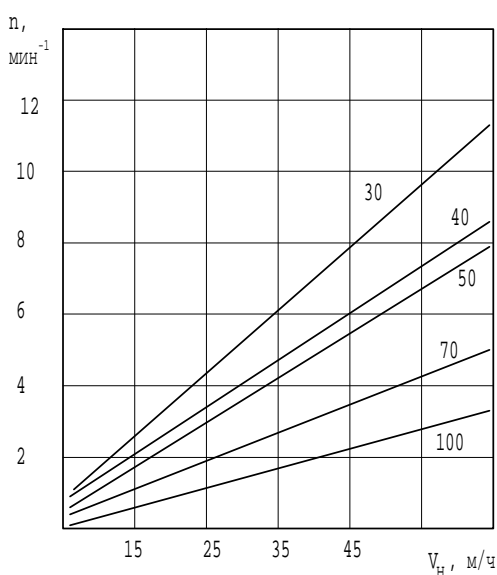


Рис. 11. График зависимости частоты вращения от диаметра детали и скорости наплавки

Шаг наплавки определяет гладкость наплавленной поверхности. Слишком большой шаг вызывает неровности и повышенное разбавление основным металлом металла сварного шва, а слишком малый шаг – дефекты в виде подворотов и непроваров. Обычно шаг наплавки составляет  $0,4-0,75$  от ширины валика. В случае неудовлетворительной отделимости шлаковой корки можно осуществлять на-



плавку с удвоенным шагом (так называемыми «раздвинутыми валиками»).

Скорость охлаждения в процессе и после наплавки во многом определяет структуру металла шва. Несоблюдение режима охлаждения металла может вызвать образование трещин и нежелательное изменение механических свойств металла: твердости, износостойкости и др.

Режимы наплавки цилиндрических деталей порошковой проволокой под флюсом и в углекислом газе приведены в табл. 7,8 и 9.

Область рекомендуемых режимов для порошковых проволок ПП-АН1 и ПП-АН3 приведены в табл. 7.

Таблица 7

Режимы наплавки порошковой проволокой

Диаметр детали, D, мм	Диаметр электрода, d <sub>эл</sub> , мм, марка проволоки	Ток, I, А	Напряжение на дуге, U, В	Режимы наплавки			
				Скорость подачи электрода, V <sub>н</sub> , мм	Шаг наплавки, мм	Вылет электрода, h <sub>э</sub> , мм	Смещение электрода, мм
5 0-60	2.5 ПП-АН1	2 00-250	2 4-25	125-80	4	15	4 -5
6 0-75	2.8 ПП-АН1	2 50-300	2 5-27	100-75	4	20	5 -6
7 5-100	3.0 ПП-АН3	3 00-400	2 5-28	80-85	5	20	5 -7

Таблица 8

Режимы наплавки под флюсом

Диаметр детали, D, мм	Ток, I, А	Диаметр электрода, d <sub>эл</sub> , мм, марка проволоки	Напряжение на дуге, U, В	Режимы наплавки			
				Скорость подачи электрода, V <sub>н</sub> , мм	Шаг наплавки, мм	Вылет электрода, h <sub>э</sub> , мм	Смещение электрода, мм
5 0-60	110-130	1,2-1,6	23-25	125-80	4	1 5	4 -5
6 0-75	150-170	1,6-2,0	24-27	100-75	4	2 0	5 -6
7 5-130	180-200	2,0	25-28	80-85	5	2 0	5 -7

Таблица 9

## Режимы наплавки в углекислом газе

Диаметр детали, D, мм	Диаметр эл-да, d <sub>эл</sub> , мм,	Ток на- плавки, I, А	Напря- жение на дуге, U, В	Вылет электрода, h <sub>э</sub> , мм	Шаг на- плавки, мм	Смеще- ние электрода, мм	Расход CO <sub>2</sub> , л/мин
20	0 .8	7 0-80	17-18	7- 10	2.5	2-4	6-8
20- 30	0 .8	8 0-90	18-19	7- 10	2.8	3-5	6-8
30- 40	0 .8-1.0	1 00-110	19-20	10	3.0	5-6	8- 10
40- 50	1 .0	1 10-140	20-21	10	3.5	6-8	8- 10
50- 60	1 .0-1.2	1 20-150	20-21	10- 12	3.5	6-8	10- 12
60- 70	1 .2-1.4	1 20-160	21-22	10- 15	4.0	6-8	10- 12
70- 80	1 .4	1 50-170	21-22	15	4.0	6-8	12- 14
80- 90	1 .6	1 70-180	22	14- 18	4.0	8- 10	14- 16
90- 100	1 .6-2.0	1 80-190	23	15- 20	4.5	8- 10	15- 18
10 0-150	2 .0	1 90-210	22-24	15- 20	4.5	8- 12	18- 20

## 3.2. МЕТОДИКА И ПРИМЕР РАСЧЕТА

**Исходные данные:**

Тип детали – цилиндрический.

Размеры изношенной части – (D=40)мм×(L=30)мм

Величина и характер износа -  $h_u = 0,25$  мм по радиусу.

Условия работы детали – трение в смазке.

**Необходимо:** в соответствии с номером индивидуального задания (табл. 8) провести расчет параметров режима наплавки

**Порядок расчета:**

1.Определение высоты наплавленного слоя  $h_H$

$$h_H = h_H + h_M, \text{ где}$$

$$h_H = 0.25 \text{ мм} - \text{износ по радиусу (из условий)}$$

$$h_M = 1.0 - 1.5 \text{ мм} - \text{припуск на механическую обработку}$$

$$h_H = 0.25 + 1.5 = 1.75 \text{ мм}$$

Высота наплавленного слоя в один ряд не должна превышать 2,5-4,0 мм

2.Определение минимального  $D_{\min}$  и максимального  $D_{\max}$  диаметра восстанавливаемой детали.

$$D_{\min} = D - 2h_H = 40 - 2 \times 0.25 = 39.5 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = D + 2h_M = 40 + 2 \times 1.5 = 43 \text{ мм}$$

$$\text{Проверка } D_{\max} - D_{\min} = 2h_H$$

$$43 - 39.5 = 2 \times 1.75 = 3.5$$

3.Выбор способа наплавки по критериям:

3.1.По высоте наплавленного слоя:  $h_H = 1.75 \text{ мм}$

( По табл.1  $h_H = 0.5 - 3.5 \text{ мм}$  для наплавки в среде  $CO_2$

$h_H = 0.5 - 3.5 \text{ мм}$  для наплавки под слоем флюса

$h_H = 0.5 - 3.5 \text{ мм}$  для электродной проволоки)

т.е. подходят все эти способы.

3.2.По диаметру наплавляемой детали:  $D = 40 \text{ мм}$

( По табл.2  $D < 50 \text{ мм}$  для наплавки в среде  $CO_2$

$D = 50 - 100 \text{ мм}$  для наплавки под слоем флюса

$D > 100 \text{ мм}$  для порошковой проволоки)

подходит наплавка в среде  $CO_2$ .

3.3.По условиям эксплуатации детали: трение в смазке.

По табл. 3:

трение в смазке – наплавка в среде  $CO_2$

трение качения с абразивной прослойкой; - наплавка порошковой проволокой;

сухое трение – наплавка под слоем флюса,

т.е. подходит наплавка в среде  $CO_2$ .

Таким образом выбираем способ наплавки – наплавка в среде  $CO_2$ . Следует вычертить схему наплавки (по рис. 1, или 2б, или 2в).

4.Определение высоты одиночного валика  $g$ .

$$g = \frac{h_H}{k_{by}},$$

где  $k_{by} = 1.3 - 1.5$  - коэффициент высоты усиления, отражающий увеличение высоты валика из-за перекрытия валиков. Принимаем  $k_{by} = 1.4$

$$g = \frac{1.75}{1.4} = 1.25 \text{ мм}$$

5. Определение диаметра электрода  $d_{\text{э}}$  и силы сварочного тока  $I_{\text{св}}$

Для наплавки в среде  $CO_2$  - по табл. 7

$$\text{Для } D = 40 \text{ мм} \quad d_{\text{э}} = 1 \text{ мм} \quad I_{\text{св}} = 110 \text{ А} \quad U = 20 \text{ В}$$

(Для наплавки порошковой проволокой – табл. 5)

(Для наплавки под слоем флюса – табл. 6)

6. Определение марки присадочного материала. Для наплавки в среде  $CO_2$  по таблице 3 принимаем сварочную проволоку Св-08ГС. (Для наплавки другими способами – также по таблице 3).

7. Определение коэффициента наплавки  $\alpha_H$  при наплавке в среде  $CO_2$ .

$$\alpha_H = \alpha_p (1 - \psi)$$

$$\alpha_p = 3 + 0.08 \frac{I}{d_{\text{э}}} = 3 + 0.08 \frac{110}{1} = 3 + 8.8 = 11.8 \text{ г/Ач,}$$

где  $\psi = 5 - 15\%$  - коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем  $\psi = 10\% = 0.1$

$$\alpha_H = 11.8(1 - 0.1) = 11.8 \times 0.9 = 10.62 \text{ г/Ач}$$

Примечание:

П.1 Для наплавки под слоем флюса  $\alpha_p = \alpha_H$ , где для переменного тока

$$\alpha_p = 7.0 + 0.04 \frac{I}{d_{\text{э}}}$$

Для постоянного тока обратной полярности  $\alpha_p = 12 \text{ г/Ач.}$

П.2 Для наплавки порошковой проволокой  $\alpha_p \approx \alpha_H$ ,

где  $\alpha_p = 12 - 13 \text{ г/Ач}$  для ПП-АН1  $\alpha_p = 13 - 17 \text{ г/Ач}$  для ПП-АН3.

8. Определение ширины  $e$  наплавленного одиночного валика

$$e = \psi_b g,$$

где  $\psi_b = 2.5 - 7$  коэффициент формы валика (регулируется изменением  $U_d$ ). Принимаем  $\psi_b = 2.5$

$$e = 2.5 \times 1.25 = 3.13 \text{ мм}$$

9. Определение площади  $F_H$  валика наплавленного металла.

$$F_H = 0.75 \times e \times g = 0.75 \times 3.13 \times 1.25 = 2.93 \text{ мм}^2$$

10.Определение общей площади  $F$  наплавки.

$$F = L \times h_H = 30 \times 1.75 = 52.5 \text{ мм}^2$$

11.Определение количества « $a$ » валиков наплавленного металла.

$$a = \frac{F}{F_H} = \frac{52.5}{2.93} = 17.9$$

Принимаем  $a = 18$

12.Определение скорости  $V_{II}$  подачи электрода.

$$V_{II} = \frac{4\alpha_H I}{\pi\alpha_{\Sigma}^2 \rho} \text{ м/ч,}$$

где  $\rho = 7.8 \text{ г/см}^3$  - плотность стали

$$V_{II} = \frac{4 \times 10.62 \times 110}{3.14 \times 1 \times 7.8} = 194.7 \text{ м/ч}$$

Примечание. Скорость подачи электрода для наплавки порошковой проволокой можно выбрать по табл. 5. Скорость подачи электрода для наплавки под слоем флюса можно выбрать по табл. 6.

13.Определение линейной скорости наплавки  $V_H$  из соотношения.

$$\frac{F_H}{F_{\Sigma}} = \frac{V_{II}}{V_H}, \text{ откуда } V_H = \frac{F_{\Sigma} V_{II}}{F_H}$$

$$F_{\Sigma} = \frac{\pi d_{\Sigma}^2}{4} = 0.785 \text{ мм}^2 - \text{площадь поперечного сечения электрода}$$

$$V_H = \frac{0.785 \times 194.7}{2.93} = 52.2 \text{ м/ч}$$

14.Определение частоты вращения  $n$  наплавляемой детали.

$$n = \frac{1000 V_H}{60 \pi D} = \frac{1000 \times 52.2}{60 \times 3.14 \times 40} = 6.92 \text{ об/мин}$$

Проверка правильности проводится по графику на рис. 3 (для  $D = 40 \text{ мм}$  и  $n \approx 7 \text{ об/мин}$ ).

15.Определение шага  $S$  наплавки.

$$S = \frac{e}{2} = \frac{3.13}{2} = 1.56 \text{ мм}$$

16.Выбор вылета  $h_b$  электрода производится по табл. 2.

$$h_b = 10 \text{ мм}$$

Примечание. Вылет электрода при наплавке порошковой проволокой и под слоем флюса принимается соответственно по таблицам 7 и 8.

17.Определение расхода  $CO_2$  по таблице 7.

$$Q = 8 - 10 \text{ л/мин}$$

18.Определение основного времени  $t$  наплавки одного слоя.

$$t = \frac{2L}{en} = \frac{2 \times 30}{3.13 \times 6.92} = 2.77 \text{ мин}$$

Для многослойной наплавки время  $t_{\text{мн}}$

$$t_{\text{мн}} = \frac{2Li}{en}$$

где  $i$  – число слоев или проходов

19.Определение массы  $G_M$  наплавленного металла.

$$G_M = F\pi D\rho = 52.5 \times 3.14 \times 40 \times 7.8 = 51.4 \times 10^3 \text{ г}$$

20.Определение производительности наплавки.

$$G = \alpha_H I = 10.62 \times 110 = 1168.2 \text{ г/ч}$$

21.Определение количества энергии  $W$ , необходимого для наплавки

$$W = IUt \times 10^{-3} = 110 \times 20 \times \frac{2.77}{60} 10^{-3} = 0.1 \text{ кВт ч.}$$

### **Практическая работа №3.**

#### **АНАЛИЗ СУЩНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЛИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ**

##### **Цель работы**

Цель данной работы предусматривает ознакомление студентов с методами восстановления и повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей. Эту работу студенты выполняют самостоятельно на базе сведений изложенных в технической литературе (учебники, учебные пособия, научно-технические журналы) и оформляют ее в виде реферата объемом не более 5 страниц, который является одним из разделов отчета по лабораторно-практическим занятиям.

В реферате должно быть представлено:

- сущность метода;
- технологические возможности;
- применяемое оборудование и средства технологического оснащения;
- область практического применения.

Текст реферата сопровождается схемой метода, фотографиями средств технологического оснащения, графиками, описывающими основные закономерности процесса.

Знакомство студентов с методами восстановления и повышения эксплуатационных свойств поверхности детали проводится на лекционных занятиях и также на двух лабораторно-практических занятиях путем заслушивания студентов, по материалам подготовленных ими рефератов.

В качестве основных методов восстановления и повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей, которые могут быть предложены студентам преподавателем для изучения и анализа предлагаются следующие:

Таблица 10

Основные способы восстановления

Способ восстановления и повышения эксплуатационных свойств	Методы восстановления и повышения эксплуатационных свойств
1	2
1. Сварка	1.1. Ручная дуговая
	1.2. Автоматическая и автоматизированная дуговая.
	1.3. Аргоновая.
	1.4. Газовая.
	1.5. Контактная.
	1.6. Трением.
	1.7. Термитная.
	1.8. Электрошлаковая.

	1.9. Электронно-лучевая.
	1.10. Ультразвуковая.
	1.11. Высокочастотная.
	1.12. Магнитоимпульсная.
	1.13. Взрывом.
	1.14. Давлением.
	1.15. Диффузионная в вакууме.
	1.16. Кузнечная.
2. Наплавка	2.1. Дуговая под флюсом.
	2.2. Дуговая в углекислом газе.
	2.3. Дуговая с газопламенной защитой.
	2.4. Вибродуговая.
	2.5. Дуговая порошковой проволокой или лентой.
	2.6. Дуговая в среде аргона.
	2.7. Контактная.

1	2
	2.8. Газовая.
	2.9. Плазменная.
	2.10. Многоэлектродная под флюсом.
	2.11. Лежачим электродом.
	2.12. Электроимпульсная.
	2.13. Электроискровая.
	2.14. Электрошлаковая.
	2.15. Жидким металлом.
	2.16. С одновременным деформированием.
	2.17. Лазерная.
	2.18. Высокочастотная.
	2.19. С одновременным резанием
3. Нанесение газотермических покрытий.	3.1. Плазменное порошковыми материалами без оплавления (на ацетилене или пропан-бутане).
	3.2. Плазменное порошковыми материалами.
	3.3. Ионно-плазменное.
	3.4. Детонационное.
	3.5. Дуговое.
	3.6. Высокочастотное.
4. Холодное пластическое деформирование.	4.1. Раздача.
	4.2. Раздача с одновременной вытяжкой.
	4.3. Вытяжка.
	4.4. Раскатка.



	4.5. Дорнование и калибровка.
	4.6. Осадка.
	4.7. Правка.
	4.8. Накатка.
	4.9. Обжим.
	4.10. Чеканка.
1	2
5. Горячее пластическое деформирование.	5.1. Давление в закрытом штампе.
	5.2. Гидротермическая раздача.
	5.3. Термоциклирование.
	5.4. Термопластический обжим.
	5.5. Накатка.
	5.6. Ротационное деформирование.
	5.7. Обжим.
	5.8. Правка.
	5.9. Вытяжка.
	5.10. Осадка
	5.11. Раздача.
	5.12. Выдавливание.
	5.13. Оттяжка.
	5.14. Термомеханическая обработка.
6. Гальванические процессы.	6.1. Железнение.
	6.2. Хромирование.
	6.3. Химическое и электролитическое никелирование.
	6.4. Цинкование.
	6.5. Меднение.
	6.6. Электролитическое натирание цинком и железцинковыми сплавами.
	6.7. Нанесение гальвано-полимерных покрытий.
	6.8. Кадмирование.
7. Нанесение полимерных материалов.	7.1. Газопламенным напылением.
	7.2. Напылением в электростатическом поле.
	7.3. Напылением в псевдоожигенном поле.
	7.4. Центробежным намазыванием.
	7.5. Литьем под давлением, опрессовкой.
	7.6. Намазыванием жидких прокладок, герметиков.
1	2
8. Применение ремонтных материалов.	8.1. Индивидуальных.
	8.2. Категорийных.
9. Применение дополнительных	9.1. Обрезка и приварка быстроизнашивающихся элементов.

деталей.	9.2. Бандажирование.
	9.3. Приварка элементов и вкладышей.
	9.4. Постановка втулок и компенсационных шайб.
	9.5. Постановка сварных колец с закрепляющим закатыванием.
	9.6. Постановка резьбовых стиральных вставок.
	9.7. Постановка фигурных вставок, стяжек
	9.8. Приварка и приклеивание накладок, заплат, в том числе и клеесварным способом.
10. Проведение химико-термических процессов.	10.1. Цементация и нитроцементация.
	10.2. Повторное азотирование.
	10.3. Диффузионное хромирование в вакууме и паро-газовое.
	10.4. Сульфохромирование.
	10.5. Диффузионное цинкование
	10.6. Диффузионное борирование.
11.Электромеханическая обработка.	11.1.Высаживание и выглаживание.
12. Электрофизическая обработка.	12.1. Абразивным инструментом.
	12.2. Металлическим инструментом.
13. Электрохимическая обработка	13.1. Абразивным инструментом.
	13.2. Металлическим инструментом.
14. Пайка	14.1. Легкоплавкими припоями.
	14.2. Тугоплавкими припоями.
	14.3. Пайка-сварка.

1	2
15. Термическая обработка	15.1. Отпуск.
	15.2. Нормализация.
	15.3. Закалка.
	15.4. Улучшение.
16. Вибрационные механо-химические покрытия.	16.1. Цинкование.
	16.2. Оксидирование.
	16.3. Нанесение твердосмазочных покрытий на основе дисульфида молибдена.
17. Поверхностное пластическое деформирование.	17.1. Калибрующая чеканка
	17.2. Дорнование.
	17.3. Раскатывание.
	17.4. Выглаживание.
	17.5. Вибрационное накатывание.
	17.6. Накатывание.
	17.7. Центробежно-шариковая обработка.
	17.8. Обработка эксцентриковыми и ультразвуковыми упрочнителями.

	17.9. Обработка механическими щетками.
	17.10. Дробеструйная обработка.
	17.11. Вибрационная ударная обработка.
	17.12. Статико-импульсная обработка.

### Литература

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с
2. Молодык Н. В., Зенкин А. С. Восстановление деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с
3. Поляк М. С. Технология упрочнения: Технологические методы упрочнения. В 2-х т. Т. 1. – М.: Л. В. Т. Скрипт.: Машиностроение, 1995. – 852 с
4. Рыжов Э. В. и др. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин/О. В. Рыжов, А. Г. Суслов, В. П. Федоров. – М.: Машиностроение, 1979. – 176 с
5. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники. – М.: Экономика, 1977. – 45 с.
6. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ А.М.Дальский, Т.м. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; под общей ред. А.М. Дальского. – 4-е изд., перераб. И доп. М.:Машиностроение, 2002. – 512с.: ил.
7. Гжтищев А. Н., Голубев И. Г. и др. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информтехиздат, 1995. – 296 с
8. Поляк М. С. Технология упрочнения: Технологические методы упрочнения. В 2-х т. Т. 2. – М.: Л. В. Т. Скрипт.: Машиностроение, 1995. – 852 с
9. Схиртладзе А. Г. Технология восстановления корпусных деталей//Технология металлов, 2001, №12.С30...33

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к практическим работам**

по дисциплине

**« Основы технологии производства и ремонта автомобилей »**

Ростов-на-Дону  
2018

### **Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы**

1. Студент имеет право приступить к выполнению настоящей лабораторной работы только после ознакомления с настоящей инструкцией, получения инструктажа от преподавателя и заполнения контрольного листа по технике безопасности.
2. Количество студентов, занимающихся на одном рабочем месте, не должно быть более 5.
3. Студентам запрещается самостоятельно без разрешения преподавателя или лаборанта включать рубильники, пускатели, нажимать кнопки близлежащих станков, крутить рукоятки управления оборудованием.
4. Запрещается находиться в непосредственной близости от вращающихся частей металлорежущих станков.
5. При возникновении какой-либо непредвиденной угрозы безопасной работе (обнаружении оголенного электрического провода, непрочном или ненадежном закреплении или базировании инструмента в приспособлении, появлении возможности падения чего-нибудь и т.п.) немедленно поставить об этом в известность преподавателя и предупредить окружающих.
6. При выполнении экспериментальной части работы каждый студент должен строго выполнять указания преподавателя.

### **1. Цель работы**

Целью лабораторной работы является:

- ознакомление с назначением и устройством универсального токарно-винторезного станка;
- определение его основных паспортных характеристик;
- изучение типовых конструкций режущего инструмента и особенности основных углов, характеризующих геометрию токарного проходного резца.

### **2. Порядок выполнения работы**

- 2.1. Ознакомиться с общим устройством токарно-винторезного станка.
- 2.2. Подготовить форму отчета (см. приложение).

- 2.3. Определить основные паспортные данные токарно-винторезного станка. Заполнить соответствующие разделы отчета.
- 2.4. Изучить геометрию токарного проходного отогнутого резца. Нарисовать эскиз резца.
- 2.5. Измерить типовые конструкции, основные размеры и углы проходного резца. Заполнить таблицу результатов измерений.

### 3. Назначение и устройство универсальных токарно-винторезных станков.

Универсальные токарно-винторезные станки предназначены: для обработки наружных (обтачивание) и внутренних (расточивание) цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; обработки торцовых поверхностей; нарезания наружных и внутренних резьб; сверления, зенкерования и развертки отверстий.

По классификации, принятое в нашей стране, все металлорежущие станки делятся на 10 групп (от 0 до 9), а в каждой группе - на 10 типов (от 0 до 9), что отражается в маркировке станка. Например, маркировка 1К62.

означает, что станок относится к 1 группе (токарные станки), к 6 типу (токарно-винторезный).

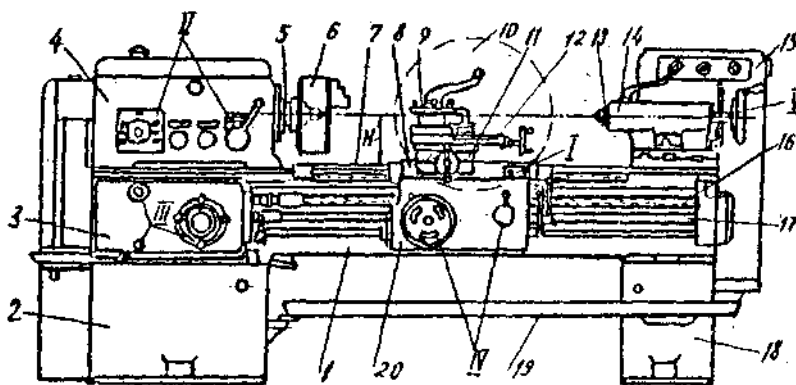


Рис. 1. Общий вид токарно-винторезного станка

Цифры в конце маркировки показывают характерный размер для станков данного типа. Для токарно-винторезных станков таким размером является высота центров  $H$  (рисунок 1)- расстояние от направляющих станины до оси шпинделя; в нашем примере цифра 2 означает, что  $H=200$  мм. Буквы в маркировке отражают модернизацию данной модели станка.

Основные узлы токарно-винторезного станка следующие (см. рисунок 1): станина 1 с направляющими 7, на которой монтируются все узлы и детали станка; передняя бабка 4, в которой находится коробка скоростей для изменения частоты вращения шпинделя 5; токарный патрон 6 или другое приспособление для закрепления заготовок; коробка подач 3, которая вращает ходовой винт 16 или ходовой вал 17 и изменяет частоту их вращения; фартук 20, который преобразует вращение ходового винта или ходового вала в поступательное перемещение (подачу) суппорта 10; задняя бабка 14 с выдвижной пинолью 13, в которой устанавливается задний центр для поддержания свободного конца заготовки или режущий инструмент для обработки отверстий (сверло, зен-

кер, развёртка, метчик); электрошкаф 15. Станина стоит на передней 2 и задней 18 тумбах, под станиной находится корыто 19 для сбора стружки и смазывающе-охлаждающей жидкости (СОТС).

Суппорт 10 состоит из продольной каретки 8, поперечной каретки 11, верхнего суппорта 12 с резцедержателем 9; между верхним суппортом и поперечной кареткой имеется поворотный диск, с помощью которого верхний суппорт можно устанавливать под углом к оси шпинделя при обточке конических поверхностей.

Органы управления станком включают в себя кнопочную станцию I, рукоятки управления коробкой скоростей II, рукоятки управления коробки подач III, рукоятки продольного и поперечного перемещения суппортов IV, рукоятку перемещения пиноли задней бабки V.

## **5. Общее устройство токарно-винторезного станка**

Основные узлы и механизмы универсального токарно-винторезного станка показаны на рисунке 2.

Станок состоит: из станины 1, передней бабки 2, задней бабки 3, суппорта 4.

Станина 1 – это массивное чугунное основание, выполненное литьем, на котором установлены все основные узлы станка. Верхняя часть станины имеет продольные направляющие 5, две из которых являются плоскими, а две – призматическими. По направляющим перемещают подвижные узлы станка: суппорт и задняя бабка. Слева на станине установлена неподвижно передняя бабка.

Передняя бабка 2 предназначена для закрепления обрабатываемой детали и сообщения ей вращательного движения. В передней бабке находится коробка скоростей, которая позволяет установить необходимую частоту вращения заготовки. Последний вал коробки скоростей, шпиндель, изготовлен пустотелым, на его правом конце установлено приспособление для закрепления заготовки, например, трехкулачковый самоцентрирующий патрон 6. Вращение детали сообщается от электродвигателя, расположенного в левой тумбе станины через клиноременную передачу и коробку скоростей.

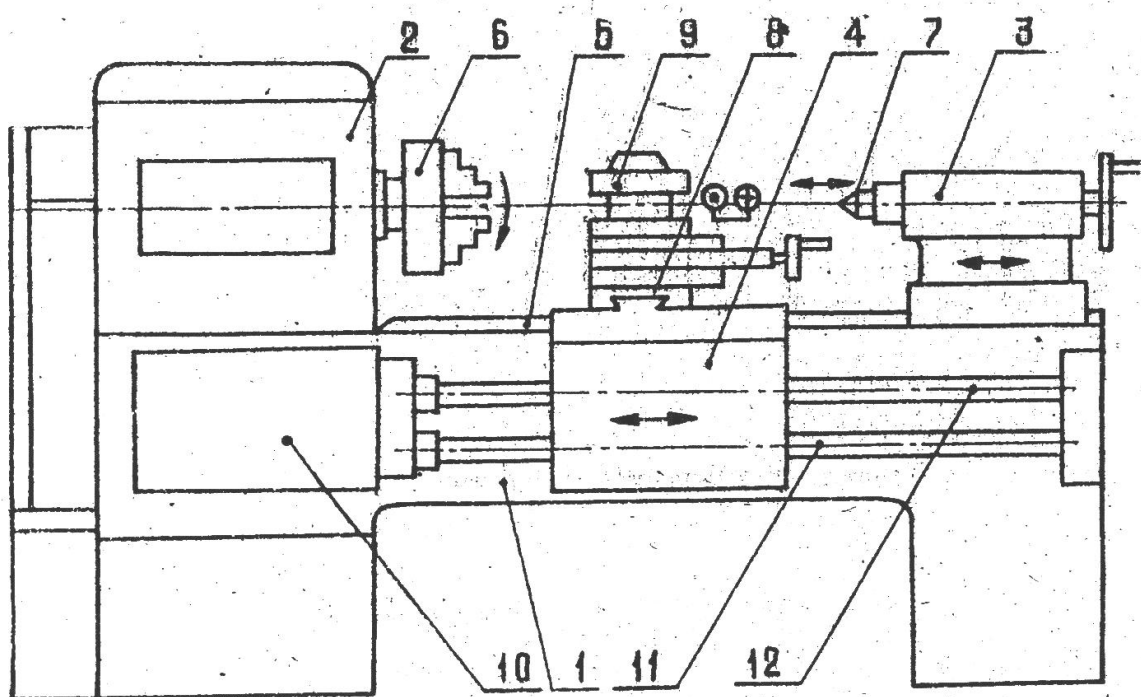


Рис. 2. Схема универсального токарно-винторезного станка

Задняя бабка 3 служит для поддержания длинных деталей с помощью заднего центра 7 или закрепления сверл, разверток и зенкеров. Центр или инструмент для обработки отверстий устанавливается своим коническим хвостовиком в соответствующее коническое отверстие пиноли задней бабки. Пиноль может выдвигаться при помощи маховичка и фиксироваться специальной рукояткой. Задняя бабка может устанавливаться на продольных направляющих станины в требуемое положение и фиксироваться соответствующей рукояткой.

Суппорт 4 предназначен для закрепления инструмента (резцов) и сообщения ему движения подачи при обработке детали либо в продольном, либо в поперечном направлении. Суппорт может перемещаться по направляющим станины, при этом инструмент получает продольную подачу. Для осуществления поперечной подачи на суппорте установлены поперечные салазки 8, имеющие возможность перемещения по поперечным направляющим суппорта. На поперечных салазках установлен четырехпозиционный резцедержатель 9, в котором крепятся резцы.

Суппорт может приводиться в движение либо вручную, либо механически посредством механизма подачи. Механизм подачи (в порядке последовательности от шпинделя к суппорту) состоит из механизма реверса подачи, сменных шестерен гитары, коробки подачи и механизмов, расположенных в фартуке суппорта.

Механизм реверса подачи расположен внутри корпуса передней бабки и предназначен для изменения направления подачи (в станке им пользуются при нарезании правых и левых резьб). Рукоятка управления реверсом подачи не только изменяет направление подачи, но и может отключать весь механизм подачи.

**Сменные шестерни гитары** передают вращение от механизма реверса подачи к коробке подач и могут заменяться при нарезании модульных и питчевых резьб.



**Коробка подач** 10 служит для изменения величины подачи инструмента в зависимости от вида обработки детали, шага нарезаемой резьбы и т.п. Настройка на величину подачи и на шаг нарезаемой резьбы осуществляется рукоятками коробки подач.

Движение от коробки подач передается суппорту либо **ходовым валом** 11, либо **ходовым винтом** 12, расположенными вдоль всей станины станка. При точении поверхностей механическая подача суппорту сообщается ходовым валом, при нарезании резьб – ходовым винтом.

В **фартуке** суппорта находятся механизмы, преобразующие вращение ходового вала или ходового винта в поступательные движения: продольное перемещение суппорта или поперечное перемещение его поперечных салазок. Таким образом, механическая подача резца может быть только или продольная, или поперечная.

Кроме того, на фартуке суппорта имеются рукоятки различного назначения:

рукоятка включения разъемной гайки ходового винта;

рукоятка включения, выключения и реверсирования продольной и поперечной подачи;

маховички с рукоятками для ручного перемещения резца в продольном или поперечном направлении.

У каждого маховичка для ручного перемещения резца имеются окружности с делениями – **лимбы**. На лимбах продольной и поперечной подачи указывается цена деления – величина перемещения резца при повороте соответствующей рукоятки на одно деление лимба. Цена деления лимба продольной подачи часто составляет 0,1 мм, а цена деления лимба поперечной подачи может быть например, 0,05 мм. Если при точении наружной цилиндрической поверхности нужно установить глубину резания 1 мм, то при указанной выше цене деления лимба поперечной подачи рукоятку надо повернуть на  $1:0,05=20$  делений.

Для того, чтобы при установке резца на глубину резания исключить влияние зазора между винтом и гайкой на точность обработки поверхности, необходимо каждый раз поворачивать рукоятку винта против часовой стрелки примерно на один оборот и только после второго перемещать винт по часовой стрелке на необходимое число делений лимба. Если же рукоятку винта поперечной подачи повернуть на число делений больше требуемого, то для исправления ошибки также нужно повернуть рукоятку назад, сделав почти полный оборот, а затем подвести до требуемого деления лимба.

## **6. Определение основных паспортных данных токарно-винторезного станка**

### **6.1. Характеристика станка**

**Тип станка** определяется по номеру модели станка согласно классификации ЭНИМСа.

**Модель**. Указывается номер модели (например, 1К62, 16К20).

**Завод-изготовитель**. Указывается наименование завода и город, в котором он расположен (например, «Красный пролетарий», Москва).

**Габариты** станка определяются измерением длины, ширины и высоты станка. Размеры берутся между крайними точками на выдвинутых в предельные положения подвижных частей станка. Результаты измерения округляются с точностью до 10 мм.

Номер модели, завод-изготовитель и год выпуска станка указываются на табличке, укрепленной на передней бабке.

## 6.2. Принадлежности

**Патроны.** Указывается тип патрона (трехкулачковый или четырехкулачковый).

**Люнеты.** Указывается тип люнета (подвижный или неподвижный).

## 6.3. Основные данные станка

Высота центров над параллелями определяет наибольший диаметр обрабатываемого изделия, измеряется линейкой от вершины заднего центра до ближайших верхних кромок станины.

**Высота центров над суппортом** измеряется в вертикальной плоскости линейкой между верхней поверхностью поперечных салазок суппорта и вершиной заднего центра при выдвинутой пиноли.

**Наибольшее расстояние между центрами** определяет максимальную длину обрабатываемого изделия. Перед измерением устанавливают передний центр в шпиндель и задний центр в пиноль, отодвигают заднюю бабку в крайнее правое положение (без свешивания над станиной) и вдвигают пиноль до отказа. Измерение производится рулеткой между вершинами центров и округляется с точностью до 1 мм.

**Диаметр отверстия в шпинделе** определяет максимальный диаметр обрабатываемого прутка, измеряется со стороны, противоположной патрону.

**Конус отверстия пиноли, система, номер** определяются при помощи набора нормальных конусов.

## 6.4. Суппорт

**Число резцов в резцедержателе** определяется по количеству фиксированных позиций при повороте резцедержателя.

**Наибольшие размеры державки резца** (высота и ширина) определяются размерами В и Н резцедержателя (рис. 3).

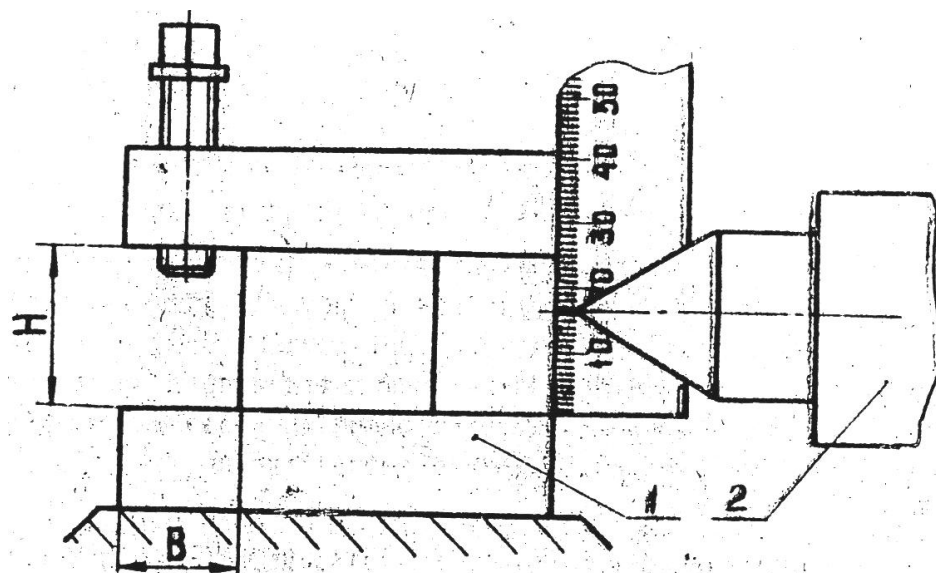


Рис. 3. Схема измерения высоты от опорной поверхности резца до линии центров: 1 – резцедержатель; 2 – пиноль.

Шагом винта называется расстояние между ближайшими одноименными точками винтовой линии.

**Шаг ходового винта.** Линейкой измеряют длину десяти шагов резьбы и полученный результат делят на десять.

**Шаг винта поперечных салазок.** Для определения шага винта поперечных салазок 1 поворачивают рукоятку 2 (рис. 4) по часовой стрелке до совмещения нулевого деления лимба с неподвижной риской и карандашом проводят линию  $a_1$ , прижимая при этом карандаш к торцу поперечных салазок. Затем поворачивают рукоятку на десять оборотов, проводят карандашом линию  $a_2$ , измеряют расстояние между линиями  $a_1$  и  $a_2$  и определяют шаг винта как  $l:10$ .

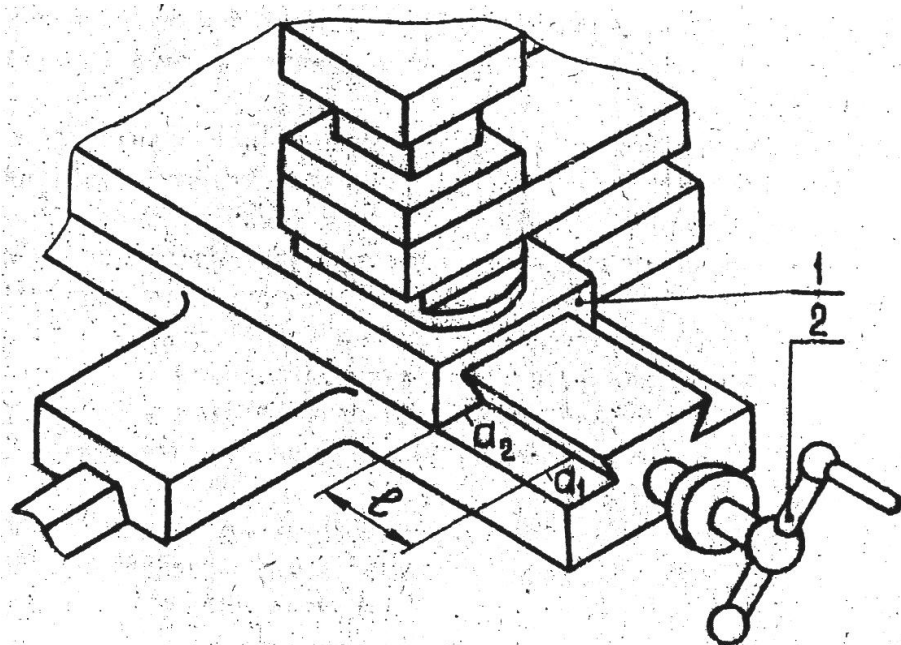


Рис. 4. Схема измерения шага винта поперечных салазок.

**Цена деления лимба продольной подачи** указана у риски на неподвижном кольце лимба.

**Цена деления лимба поперечной подачи** определяется шагом винта поперечной подачи, поделенным на общее число делений лимба.

#### 6.5. Механизмы главного движения и подачи.

Число оборотов шпинделя без перебора и с перебором, величины продольной и поперечной подачи, шаг нарезаемой резьбы указаны на табличках передней бабки и коробки подачи.

### 7. Типы токарных резцов

**Проходные резцы** – прямые и отогнутые, правые и левые предназначены для обработки цилиндрических поверхностей. Отогнутые резцы (см. рис. 5). более универсальны (они позволяют обрабатывать торцовые поверхности)

**Проходные упорные резцы** (рис. 2.1) – правые и левые; предназначены для обтачивания ступенчатых деталей, подрезки торцов, буртиков, угол  $\varphi=90^\circ$ .

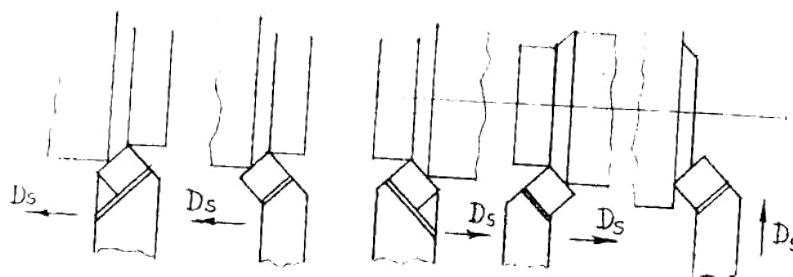


Рис. 5. Проходные резцы.

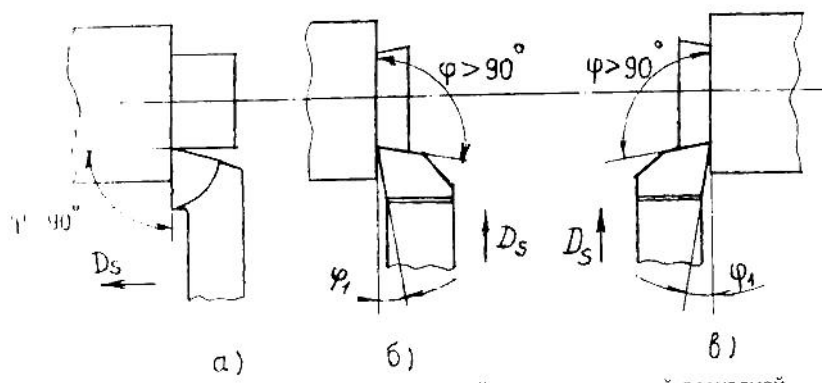


Рис. 6 Подрезные резцы

Подрезные резцы (рис. 6) – предназначены для обтачивания ступенчатых деталей (в том числе с большим отношением длины к диаметру), подрезки торцов, буртиков; углы  $\varphi \approx 100^\circ$ ,  $\varphi_1 \approx 10^\circ$ .

Расточные резцы – предназначены для увеличения диаметра предварительно подготовленных отверстий. Подразделяются на: расточные для расточки сквозных отверстий (рис. 7,а), для расточки глухих отверстий (рис. 7.б).

Стержневые расточные инструменты подразделяют на короткие, длинные. Применяют для растачивания отверстий при вращении обрабатываемой заготовки.

Корпус резца изготавливают из круглого стержня с отогнутой рабочей частью (резец оснащается пластиной твердого сплава). Установку и крепление резца на станке осуществляют с помощью пружинящей колодки.

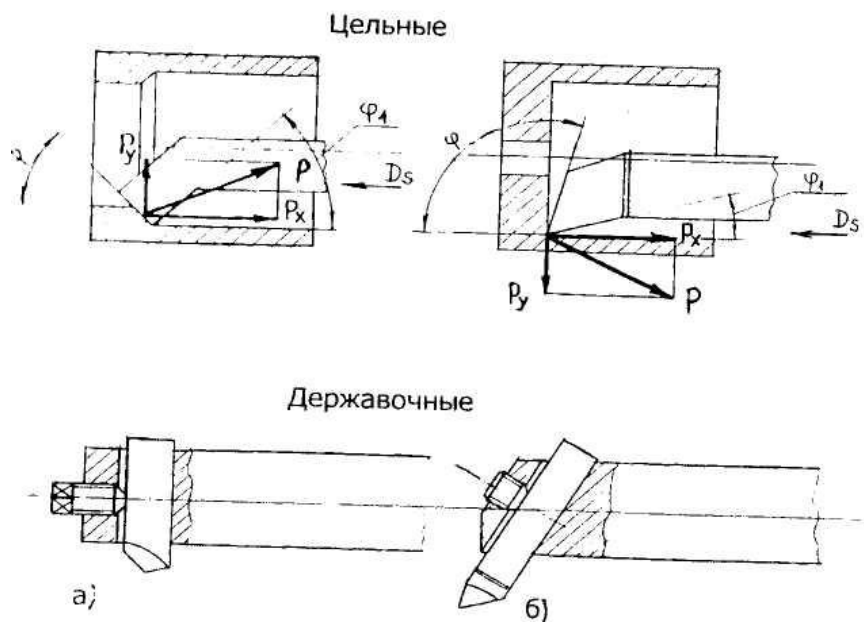


Рис. 7. Расточные резцы

Резцы для прорезных и отрезных работ – предназначены для прорезания канавок и отрезки (рисунок 8).

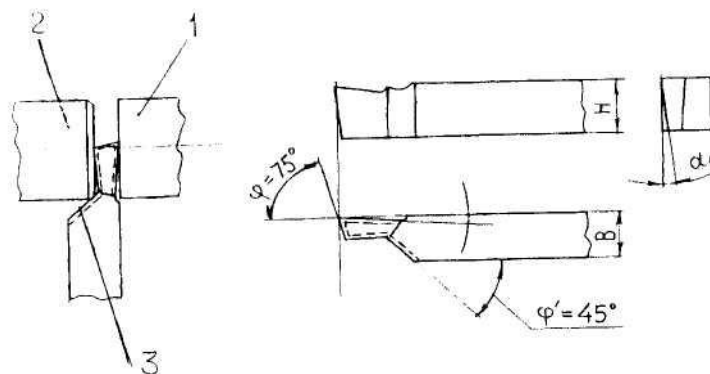


Рис. 8. Прорезные и отрезные резцы

Резцы резьбовые – предназначены для нарезания метрических и дюймовых резьб.

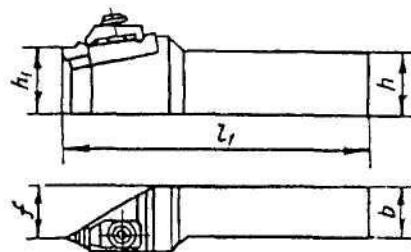


Рис. 9. Резьбовой резец

## 8. Геометрия токарного проходного резца

Проходной токарный резец (рис. 10) состоит из стержня А и режущей части Б. Режущая часть называется головкой резца, а стержень – телом, или державкой. Головка резца образована тремя поверхностями, которые пересекаясь образуют режущие кромки.

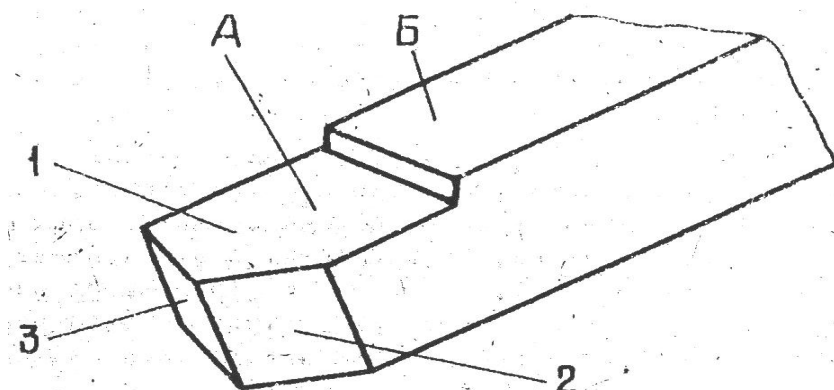


Рис. 10. Элементы токарного резца:

А- стержень, Б – головка резца, 1 – передняя поверхность, 2 – главная задняя поверхность, 3 – вспомогательная задняя поверхность.

**Передняя поверхность** 1 – это поверхность, на которую сходит стружка в процессе резания.

**Главная задняя поверхность** 2 – это поверхность головки резца, которая обращена к поверхности резания на детали. **Вспомогательная задняя поверхность** 3 – это поверхность, обращенная к обработанной поверхности заготовки.

На головке резца различают две режущие кромки. Главная режущая кромка образована пересечением передней поверхности с главной задней. **Вспомогательная режущая кромка** образована пересечением передней поверхности с вспомогательной задней. **Вершина резца** представляет собой точку пересечения двух режущих кромок.

Режущая способность резца, его стойкость определяются как взаимным расположением поверхностей и кромок резца, так и их расположением относительно обрабатываемой детали. Положение поверхностей головки резца и режущих кромок определяется соответствующими углами. Для определения углов резца используют условные координатные плоскости: основную плоскость, плоскость резания и главную секущую плоскость.

**Основная плоскость** – это плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подач (на рис. 6 основная плоскость совпадает с плоскостью чертежа).

**Плоскость резания** – это плоскость, которая проходит через главную режущую кромку резца касательно к поверхности резания.

**Главная секущая плоскость** А-А – это плоскость, пересекающая головку резца перпендикулярно к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Все три координатные плоскости взаимно перпендикулярны. В основной плоскости измеряют углы, характеризующие положение режущих кромок резца, которые называются углами в плане. В главной секущей плоскости измеряют углы, характеризующие положение передней и задней поверхностей резца (углы главного сечения).

Таким образом, различают две группы углов: углы в плане, то есть углы на виде сверху, и углы главного сечения.

К первой группе углов относятся главный угол в плане  $\varphi$ , вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$  и угол при вершине резца  $\varepsilon$  (см. рис. 6).

Главный угол в плане  $\varphi$  характеризует положение главной режущей кромки и определяется как угол между проекцией этой кромки на основную плоскость и направлением подачи.

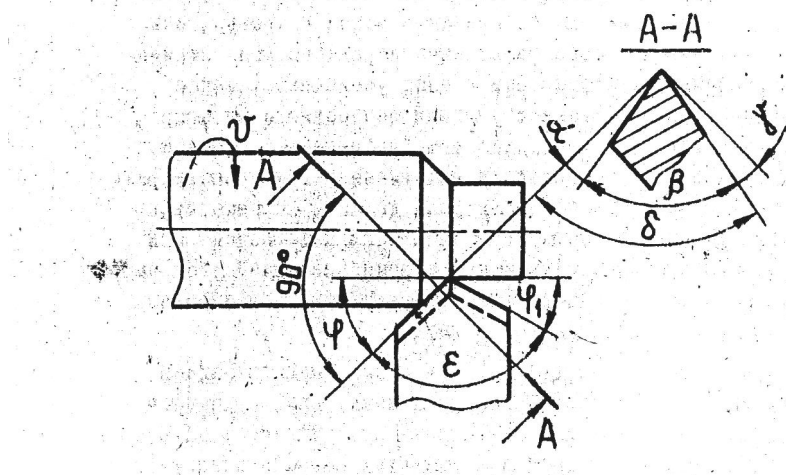


Рис. 11. Геометрия токарного резца

Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$  характеризует положение вспомогательной режущей кромки и определяется как угол между проекцией этой кромки на основную плоскость и направлением, обратным направлению подачи.

Угол при вершине резца  $\varepsilon$  - это угол между главной и вспомогательной кромками. Чем больше угол, тем меньше шероховатость обработанной поверхности, лучше условия отвода тепла от зоны резания, однако выше усилие резания, воздействующее на заготовку и резец. В связи с эти углы  $\varepsilon$ ,  $\varphi$  и  $\varphi_1$  выбираются оптимальными в зависимости от условий обработки детали, обрабатываемого материала и т.п. Углы в плане связаны между собой зависимостью  $\varepsilon + \varphi + \varphi_1 = 180^\circ$ .

К второй группе углов главного сечения относятся передний угол  $\gamma$ , задний угол  $\alpha$ , угол заострения  $\beta$  и угол резания  $\delta$ .

Передний угол  $\gamma$  характеризует положение передней поверхности резца и определяется в главном сечении как угол между следом передней поверхности и следом основной плоскости. С увеличением переднего угла облегчается врезание резца в металл, снижается усилие резания. Однако увеличение переднего угла понижает прочность главной режущей кромки резца, увеличивает износ вследствие выкрашивания, ухудшает условия теплоотвода от зоны резания. Поэтому величина переднего угла выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и материала режущей части резца и находится в основном в пределах от 5 до  $25^\circ$ . В некоторых случаях, например, при

обработке высокопрочных материалов или при обработке с повышенными скоростями резания передний угол выбирают отрицательным до  $-5^{\circ}$ , что позволяет улучшить теплоотвод от зоны резания и повысить прочность резца.

**Задний угол  $\alpha$**  характеризует положение главной задней поверхности и следом плоскости резания. Задний угол снижает трение между главной задней поверхностью резца и поверхностью резания заготовки. Чем больше этот угол, тем меньше трение, однако падает прочность резца и ухудшается теплоотвод. Поэтому в зависимости от величины подачи и механических свойств обрабатываемого материала задний угол выбирают в пределах от 6 до  $12^{\circ}$ .

**Угол заострения  $\beta$**  характеризует взаимное положение передней и задней поверхности резца и определяется в главном сечении как угол между следами этих поверхностей.

**Угол резания  $\delta$**  - это угол между следами передней поверхности и плоскости резания. Между углами главного сечения справедливы следующие зависимости:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^{\circ}$$

$$\delta = \alpha + \beta = 90^{\circ} - \gamma$$

#### 9. Определение углов и размеров токарного проходного резца

Передний и задний углы резца определяются резцовым угломером (рис. 12).

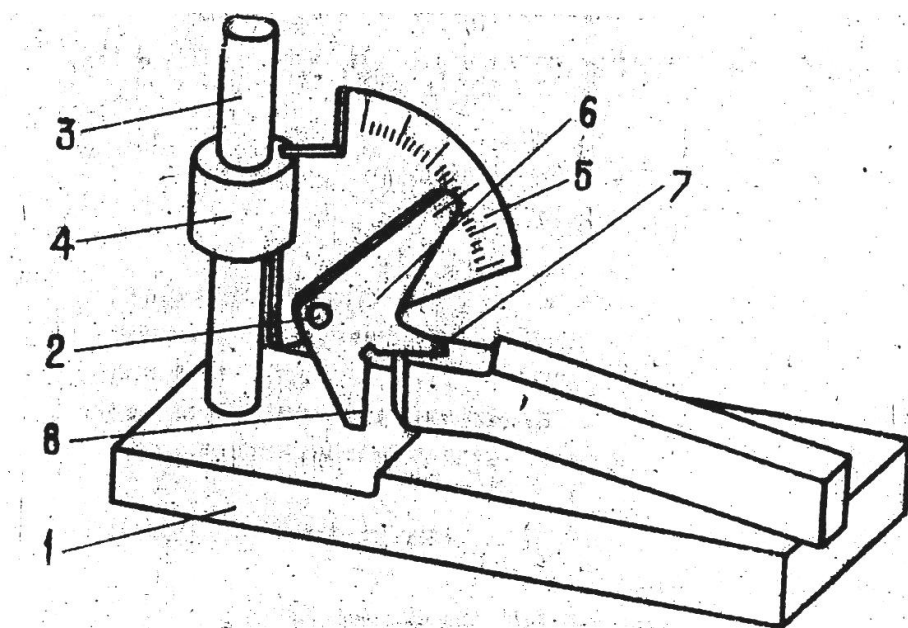


Рис. 12. Измерение переднего и заднего углов резцовым угломером

уг-

Угломер состоит из чугунной плиты 1 с вертикальной стойкой 3, по которой перемещается вверх и вниз ползунок 4. На ползуне закреплен сектор 5 со шкалой с градусными делениями. Плоский рычаг 6 может поворачиваться вокруг оси 2, установленной в секторе. Нижняя часть рычага представляет собой угломер с двумя гранями 7 и 8, расположенными под углом  $90^{\circ}$ . Верхний конец рычага с нанесенной на нем риской скользит вдоль делений сектора. Если грань 8 установить пер-



пендикулярно плоскости плиты, то грань 7 будет параллельна ей, при этом риска рычага 6 совмещится с нулевым делением шкалы.

При контроле резец кладут на плиту и устанавливают его так, чтобы главная режущая кромка была перпендикулярна к плоскости рычага 6, тогда измерения углов будут производиться в главном сечении.

Для измерения переднего угла совмещают грань 7 с передней поверхностью резца, как показано на рис. 9, а для измерения заднего угла совмещают грань 8 с задней поверхностью. При этом не допускается зазоров между гранью и соответствующей поверхностью. Показания риски рычага, отсчитанные по шкале сектора, дают величину этих углов.

Угол заострения определяется по формуле  $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$ , а угол резания

$$\delta = 90^\circ - \gamma$$

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируются и маркируются металлорежущие станки?
2. Расскажите об устройстве токарно-винторезного станка.
3. Какие работы выполняются на токарно-винторезных станках?
4. Перечислите основные виды токарных резцов?
5. Как закрепляются резцы на токарно-винторезном станке?
6. Назовите углы токарного проходного резца.

## Лабораторная работа №2 Точность и шероховатость поверхностей деталей при обработке деталей на токарно-винторезном станке

### Цель работы

- расширить представления о станке и рассмотреть технические и технологические возможности токарного оборудования и, в частности, токарно-винторезного станка;
- изучить влияние геометрии резца и способа закрепления заготовки на точность размеров и геометрической формы деталей;
- изучить влияние геометрии резца и величины подачи на шероховатость обработанной поверхности детали.

### Работы, выполняемые на токарно-винторезных станках.

Большая часть работ, выполняемых на токарно-винторезных станках, показана на рис. 4.3 (см. лабораторную работу 1). Кроме того, на данных станках обтачиваются конические поверхности следующими способами (рисунок 1): широкими резцами (с длиной режущей кромки до 30 мм), у которых главный

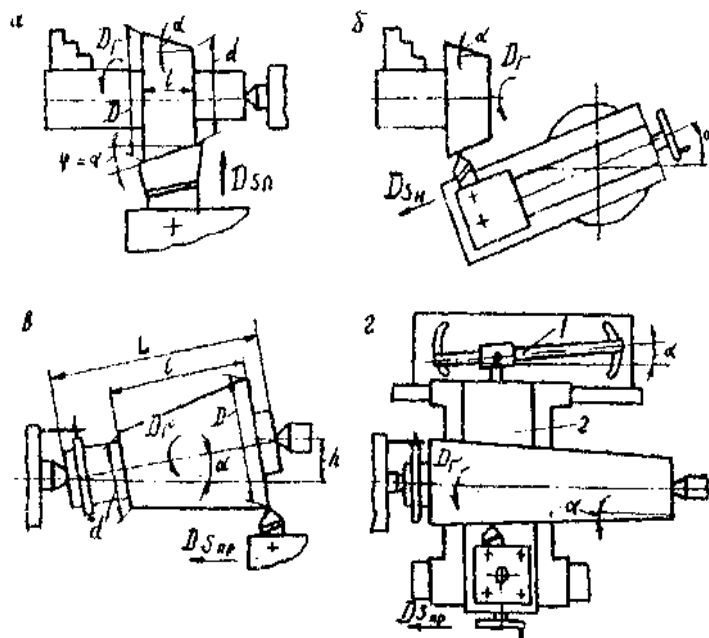


Рисунок 1 Схемы обтачивания конических поверхностей

угол в плане  $\varphi$  равен углу  $\alpha = \arctg \frac{D-d}{2L}$  - половине угла при вершине конуса (рисунок 1,а);

поворотом каретки верхнего суппорта на угол  $\alpha$  (рисунок 1,б);

смещением центра задней бабки в поперечном направлении на величину  $h = \frac{D-d}{2} * \frac{L}{1}$  (рисунок 1,в),

с помощью копиральной (конусной) линейки 1, с которой связывается поперечная каретка 2 суппорта при отключённой гайке ходового винта поперечной подачи (рисунок 1,г). Размеры  $D$ ,  $d$ ,  $L$ ,  $1$  показаны на рисунке.1.

С помощью инструментов, закрепляемых в пиноли задней бабки, производится сверление, зенкование, развёртывание отверстий, нарезание резьбы метчиком.

**Точность изготовления деталей.** Под точностью изготовления детали понимается степень её соответствия всем требованиям чертежа, технических условий.

При изготовлении деталей невозможно получить точные размеры. Поэтому на чертеже детали указываются не только размеры, называемые номинальными, но и допускаемые отклонения: верхнее (ES для отверстия, es для вала) и нижнее отклонение (EI для отверстия, ei- для вала). Например, на чертеже вала (рисунок 2) размер диаметра 50 мм является номинальным;

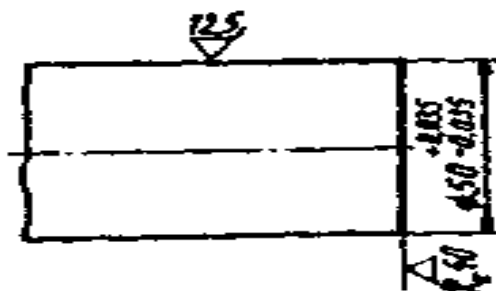


Рисунок 2. Обозначение отклонений и шероховатости на чертеже

es=+0,035 мм, ei=-0,035 мм. Вал считается годным, если действительный размер его диаметра не выходит за пределы наибольшего (50,035 мм) и наименьшего (49,965 мм) предельных размеров противном случае - брак. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, или между верхним и нижним отклонениями, называется **допуском**.

При обработке деталей необходимо получить их правильную геометрическую форму. Действительная форма деталей имеет, как правило, какие-либо отклонения от правильной, идеальной формы. Например, вал может иметь в поперечном сечении отклонения от круглости: овальность, огранку (рисунок 3); в продольном сечении - конусообразность, бочкообразность, седлообразность, которые количественно определяются как полуразность максимального и минимальных диаметров:

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} \quad (\text{рисунок 4}).$$

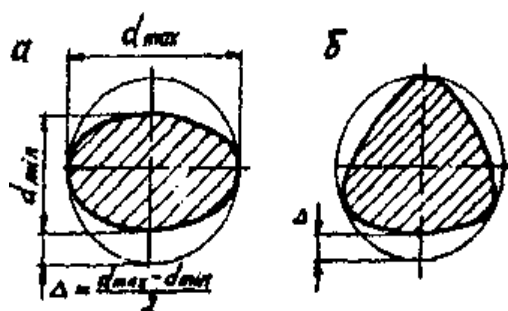


Рисунок 3. Отклонение от круглости: а) овальность, б) огранка

Кроме того, точность изготовления детали характеризуется также точностью взаимного расположения поверхностей, осей (отклонением от параллельности плоскостей, осей, отклонением от их перпендикулярности и т.д.).

Таким образом, точность детали определяется точностью её размеров, геометрической формы, взаимного расположения поверхностей и осей. Отклонения размеров реальной детали от заданных на чертеже номинальных их значений называется погрешностью изготовления.

На точность изготовления деталей влияет целый ряд факторов: неточности установки деталей на станке; погрешности настройки станка на размер; упругие деформации элементов технологической системы «станок – приспособление - деталь - инструмент» под действием сил резания; износ режущих инструментов и др. В данной работе рассматривается влияние на точность деталей упругих деформаций заготовок под действием сил резания.



Рисунок 4. Отклонения в продольном сечении вала: а – конусообразность, б – бочкообразность, в – седлообразность

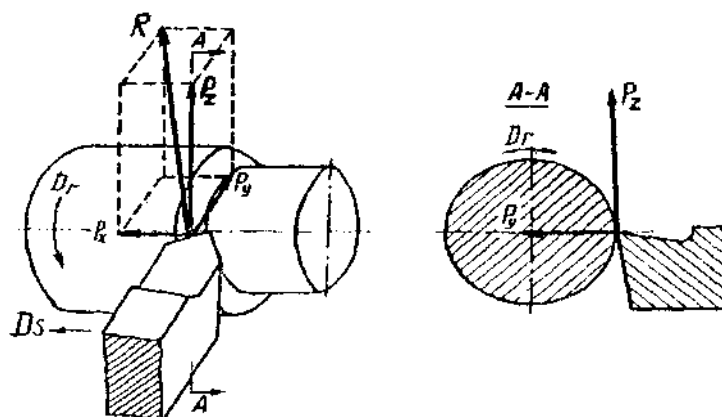


Рисунок 5. Схема сил резания при точении

**Влияние сил резания на точность изготовления.** В процессе резания при точении от резца па заготовку действует сила резания  $R$ , которую для удобства изучения разлагают на три взаимно перпендикулярные составляющие силы (рисунок 5);  $P_z$  - вертикальную силу касательную к поверхности резания заготовки, поэтому ее называют также тангенциальной силой;  $P_x$  - осевую силу, действующую в направлении подачи;  $P_y$  - радиальную силу, перпендикулярную к оси заготовки. Наибольшее влияние на точность изготовления детали оказывает радиальная сила  $P_y$ , которая вызывает изгиб заготовки в горизонтальной плоскости.

Если заготовка (вал) закреплена только в патроне (рисунок 6), то её можно представить как балку, закреплённую одним концом (консоль). В этом случае вал будет изгибаться под действием силы  $P_y$  с максимальным прогибом на свободном конце, равным

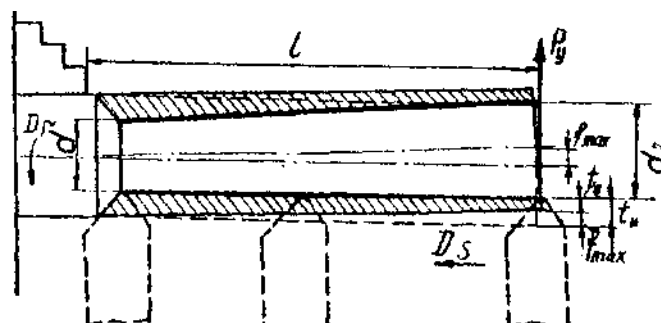


Рисунок 6. Схема обработки вала, закреплённого в токарном патроне

$$f_{\max} = \frac{P_y l^3}{3EJ}, \quad (1.1)$$

где  $l$  - длина вала (вылез),  $B$  - модуль Юнга,  $J = \frac{\pi d^4}{64}$  - момент инерции,

$d$  - диаметр вала.

Следовательно, действительная глубина резания  $t$  на этом конце вала будет меньше номинальной глубины  $t_n$  на величину  $t_{n \max} : t_n^\circ - f_{\max}$ .

По мере приближения резца к патрону прогиб вала уменьшается и у патрона будет близок к нулю. В результате диаметр  $d_2$ , получится больше диаметра  $d_1$ , т.е. вал будет иметь погрешность -

**конусообразность:**  $K = \frac{d_2 - d_1}{2}$  (см. рисунок 6.).

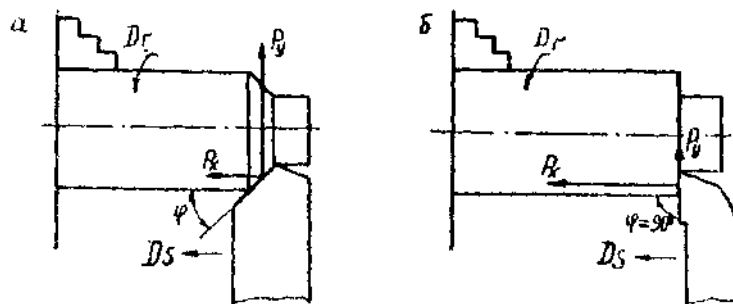


Рисунок 7. Соотношение между силами :  $P_y$  и  $P_x$   $\varphi = 45^\circ$  (а) и  $\varphi 90^\circ$  (б)

Для уменьшения данной погрешности, как видно из формулы (1.1), необходимо уменьшить силу резания  $P_y$ . Если это делать за счет уменьшения глубины резания  $t$ , подачи  $S$ , то произойдет снижение производительности обработки. Более рационально, не изменяя режим резания, увеличить главный угол в плане  $\varphi$  резца (в пределе до  $\varphi 90^\circ$ ); при этом сила  $P_y$  уменьшается, а сила  $P_x$  увеличивается, но ее увеличение не оказывает существенного влияния на деформацию вала (рисунок 7.).

Другим эффективным мероприятием для уменьшения погрешностей изготовления деталей является применение более жестких способов закрепления заготовок. Например, если вал, закрепленный в патроне, поджать центром задней бабки, то его жесткость значительно возрастет. В этом случае вал можно приближенно рассматривать как балку, лежащую на двух опорах, если считать переднюю и заднюю бабки абсолютно жестким. Тогда при обработке вала его прогиб у заднего центра и патрона под действием силы  $P_y$  будет близок к нулю ( $t_d = t_n$ ); максимальный прогиб вал будет иметь в своей середине, когда ее достигнет резец; его величина

$$f_{\max} = \frac{P_y l^3}{48 EJ} \quad (1.2)$$

Соответственно действительная глубина резания в середине вала

$$t_d = t_n - f_{\max}.$$

Таким образом, при движении резца от заднего центра к середине вала действительная глубина резания уменьшается, а диаметр вала увеличивается; далее, при движении резца от середины вала к патрону действительная глубина резания возрастает, а диаметр вала уменьшается (см. рисунок 8).

В результате, вал получит погрешность **бочкообразность:**  $B = \frac{d_2 - d_1}{2}$  ( $d_1$ , обычно

меньше  $d_3$ , т. к. задняя бабка менее жёсткая, чем передняя).

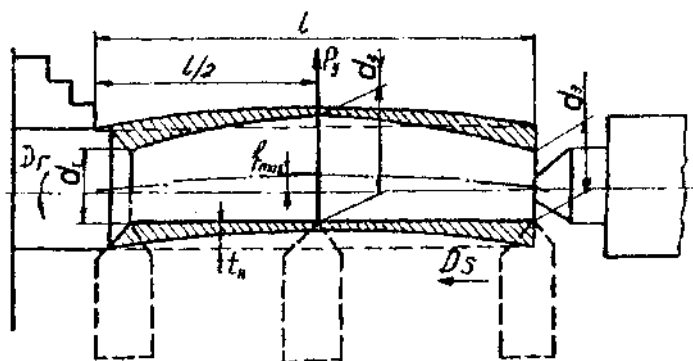


Рисунок 8 Схема обработки вала, закрепленного в патроне и поджатого задним центром

Из сравнения формул (1.1) и (1.2) видно, что при поджатии вала задним центром его прогиб значительно уменьшается (теоретически в 16 раз, но практически эта разница будет меньше, т.к. передняя и особенно задняя бабка не являются абсолютно жёсткими). Поэтому в этом случае погрешность вала (бочкообразность) при прочих равных условиях будет значительно меньше погрешности (конусообразность), полученной валом при закреплении только в патроне, т.е. точность вала возрастет.

**Шероховатость обработанной поверхности и способы её уменьшения.** При обработке деталей необходимо не только получить требуемую точность, но и достигнуть определённой шероховатости их поверхностей. После обработки на поверхности детали остаются следы в виде неровностей как в направлении главного рабочего движения, при котором осуществляется резание, так и в направлении подачи. В результате получается шероховатость, характеристика которой зависит от многих факторов; основными из них являются: свойства обрабатываемого материала, режимы резания, геометрические показатели режущих инструментов, состояние рабочих кромок и .т.д.

Высокая точность размеров, как правило, требует низкой шероховатости поверхности. Правильное назначение шероховатости поверхности, соответствующей условиям работы детали, имеет огромное значение.

По новым стандартам ГОСТ 2789—73 (взамен ГОСТ 2789—59) и ГОСТ 2.309—73 (взамен ГОСТ 2.309—68) для всех отраслей машиностроительной промышленности шероховатость поверхности определяется одним из следующих параметров:

$R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;

$R_z$  — высота неровностей профиля по 10 точкам;

$R_{max}$  — наибольшая высота неровностей профиля;

$S_m$  — средний шаг неровностей;

$S$  — средний шаг неровностей по вершинам;

$t_p$  — относительная опорная длина профиля.

Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  определяется по формуле

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Высота неровностей  $R_z$  определяется как среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высотами впадин и выступов на кривой неровностей поверхности (рисунок 9).

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^5 h_{i \max} - \sum_{i=1}^5 h_{i \min} \right)$$

Установлено восемь значений базовых длин из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25 мм.

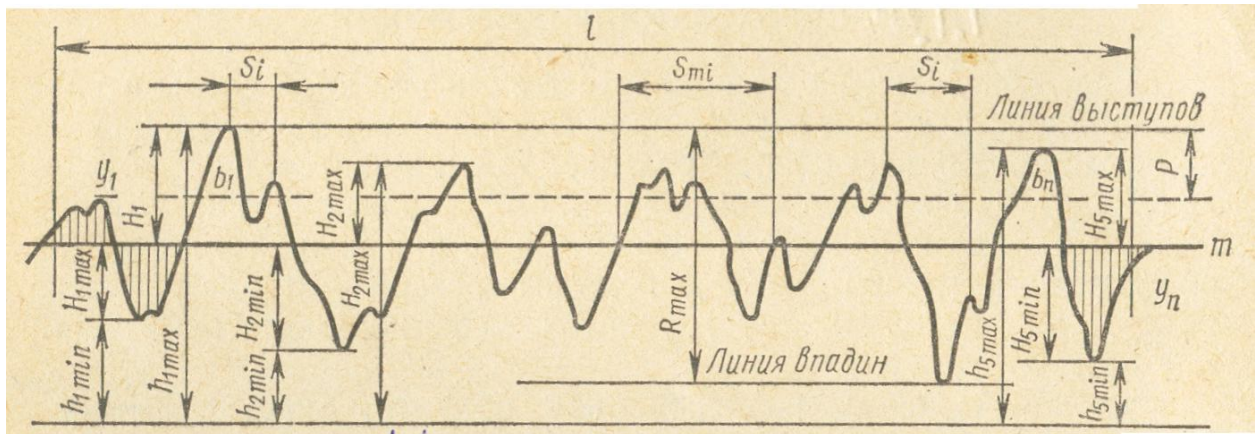


Рисунок 9. Схематическое изображение неровностей

В новом ГОСТе дополнительно установлены требования к направлению неровностей поверхности и указывается это на чертежах.

При указании шероховатости поверхности приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$$1,00; \sqrt{R_z} = 0,080 \quad \sqrt{R_{\max}} = 0,80 \quad t_{50}=50$$

$$0,63; \sqrt{R_z} = 0,032 \quad \sqrt{R_{\max}} = 0,32 \quad t_{50}=70$$

В таблицах нового ГОСТа приводятся значения  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $s_m$ ,  $m$  и  $t_p$ . Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  изменяется в диапазоне от 100 до 0,008 мкм, высота неровностей профиля по 10 точкам  $R_z$  и наибольшая высота неровностей  $R_{\max}$  изменяется в пределах от 1600 до 0,025 мкм; средний шаг неровностей  $s_m$  и средний шаг неровностей по вершинам  $s$  изменяются в пределах от 12,5 до 0,002 мм.

Относительная опорная длина профиля  $t_p$  и числовые значения уровня сечения профиля  $p$  выбирают из ряда: 5—90% от  $R_{\max}$ .

Шероховатости устанавливают по одному или нескольким параметрам. Для 6—12-го классов основной является шкала  $R_a$ , а для 1—5, 13 и 14-го классов — шкала 6—14-е классы делят на разряды, которые обозначают  $a$ ,  $b$ ,  $v$ .

**Приборы для оценки шероховатости поверхности.** В настоящее время наиболее широкое применение для определения шероховатости поверхности получили следующие методы:

- метод ощупывания и измерения микронеровностей поверхности с помощью профилографов, разработанных К.М. Аммоном, Б.М. Левиным (модели ИЗП-5 и ИЗП-17), В.М. Кселевым (модели КВ-7) и профилографы-профилометры типа 201 и 202;

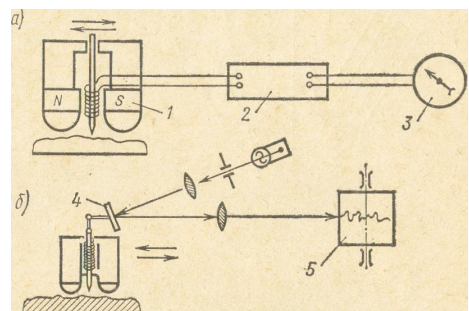


Рисунок 10. Схема работы профилометра про-

- оптический метод измерения профиля поверхности с помощью микроскопа и микроинтерферометра Линника и др.;
- метод сравнения поверхности контролируемой стальной или чугунной детали с образцами шероховатости поверхности.

Приборы, основанные на методе ощупывания поверхности, имеют алмазную иглу с очень небольшим радиусом закругления вершины до 12 мкм.

На рисунке 10, а показана принципиальная схема профилометра. В этом профилометре игла, проводник и магнит 1 помещены в специальной головке, называемой датчиком прибора. Датчик связан проводом с усилителем 2 и регистрирующим прибором 3. Датчиком вручную проходят по поверхности детали и прибор регистрирует высоту шероховатости поверхности.

Другие приборы — профилографы, основанные на методе ощупывания, дают возможность снять профилограмму при большем увеличении.

В приборах конструкции Аммона и Киселева игла связана с небольшим зеркалом, которое колеблется от ее движения (рисунок 10,б). Если на поверхность этого зеркала 4 направить луч света из небольшого отверстия, то зеркало при колебании будет отклонять «зайчик». На пути отраженного зайчика устанавливают фоточувствительную бумагу или пленку, на которой записываются все отклонения зайчика 5. Полученная линия при движении является профилограммой поверхности. На таком же принципе устроены приборы конструкции Левина и профилографы-профилометры тип 201 и 202.

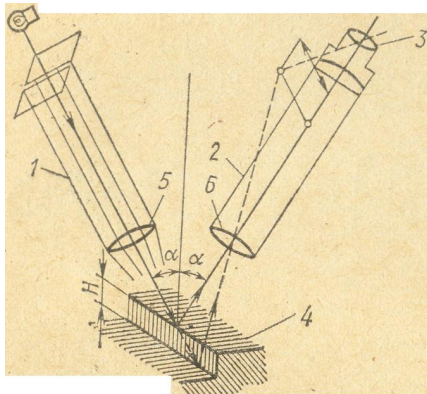


Рис 11. Оптическая схема двойного микроскопа:  
1-проектирующий микроскоп; 2-микроскоп наблюдения; 3- окуляр;  
4- контролируемая поверхность; 5 и 6- объективы

Для измерения шероховатости поверхности применяют также двойной микроскоп Линника (рисунок 11). В этом приборе луч света направляется под определенным углом, обычно под углом 45° (микроскоп 1). С противоположной стороны под таким же углом производится наблюдение поверхности (микроскоп 2). Объектив 5 создает изображение щели на контролируемой поверхности детали 4 в виде узкой сходящейся щели, а объектив 6 микроскопа создает изображение этой линии участка. Если световой луч падает на гладкую поверхность, то видна узкая ровная световая полоска. Но когда на поверхности имеются какие-либо неровности, то через окуляр 3 видна изломанная полоска света.

Таким образом, в микроскопе наблюдения 2 окулярным микроскопом очерчиваются контуры микронеровностей и измеряется их высота от гребня до впадины. С помощью фотонасадки этот прибор позволяет производить фотографирование поверхности. Высоту микронеровностей профиля можно определить с помощью оптических приборов Линника, использующих явление интерференции света.

**О связи между точностью и шероховатостью обработанной поверхности.** Каждая обработанная деталь характеризуется большим количеством показателей качества готовой продукции. Главнейшим из них при всех прочих равных условиях являются точность формы деталей и шероховатость обработанных поверхностей.

В зависимости от назначения деталей определяют наибольшие отклонения от номинальных размеров, которые можно допустить при их изготовлении. На каждый из перечисленных выше показателей точности детали должен устанавливаться допуск, определяемый служебным назначением детали в машине и выбранным методом достижения заданной точности изделия.

Допуски обычно выбирают на основе опыта, специальных экспериментов и эксплуатации аналогичных машин.

Шероховатость поверхности зависит от многих условия обработки (режимов резания, геометрических данных инструментов, качества материала заготовок и т. п.) и мало зависит от класса точности и размеров детали.

Поэтому степень влияния величины шероховатости на сохранение заданной посадки различна для различных размеров и классов точности деталей.

Для более точных изделий малых размеров с узкими пределами допусков влияние величины шероховатости на длительность сохранения посадки значительно больше, чем для грубых изделий больших размеров. По исследованиям проф. А. А. Маталина можно рекомендовать следующие со-



отношения между средней высотой шероховатости  $R_z$  и полем допуска  $\delta$  на изготовление деталей: при диаметре сопряжения свыше 50 мм

$$R_z = (0,1 \dots 0,15) \delta;$$

при диаметре сопряжения от 18 до 50 мм

$$R_z = (0,15 \dots 0,20) \delta;$$

при диаметре сопряжения менее 18 мм

$$R_z = (0,2 \dots 0,25) \delta.$$

**Влияние условий обработки на шероховатость поверхности.** Шероховатость поверхности детали зависит от большого количества причин, связанных с условиями ее изготовления. Основные из них: геометрические данные режущих инструментов и состояние рабочих кромок, качество обрабатываемых материалов, смазочно-охлаждающих жидкостей и влияние вибраций технологической системы "станок- приспособление- инструмент- заготовка"

**Скорость резания.** Скорость резания оказывает существенное влияние на образование шероховатостей поверхности. Как показывают опыты, с изменением скорости появляется различная шероховатость (рис. 1.4). Шероховатость обработанной поверхности в значительной степени связана с процессом образования стружки и прежде всего с возникновением нароста.

В зоне малых скоростей (до 5 м/мин), когда нарост не образуется, размеры неровностей незначительны.

При увеличении скорости до 20...40 м/мин размеры неровностей поверхности возрастают, достигая при 20...40 м/мин (период образования нароста) наивысшего значения. Дальнейшее повышение скорости резания уменьшает величину нароста и понижает высоту неровностей обработанной поверхности.

В зоне скоростей, при которых наросты не образуются (выше 60—80 м/мин), шероховатость поверхности оказывается наименьшей.

Дальнейшее увеличение скорости резания, если не появляется вибрация, незначительно способствует уменьшению высоты неровностей. Рост скорости резания, вызывающий повышение температуры и пластичности металла поверхностного слоя, увеличивает объем его пластических дефор-

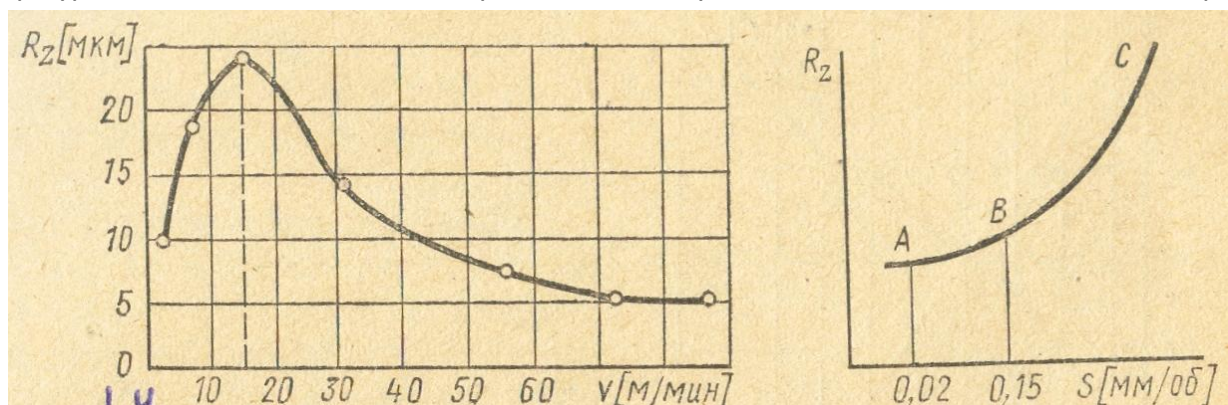


Рисунок 12 Влияние скорости резания при точении на шероховатость поверхности

Рисунок 13 Влияние подачи при точении стали на шероховатость поверхности

маций, способствуя образованию больших неровностей на обработанной поверхности.

При дальнейшем увеличении скорости резания выделяющееся в процессе его тепло не успевает проникнуть в глубину поверхностного слоя. Скорость резания начинает превышать скорость распространения пластической деформации, и объем пластически деформированной зоны материала сокращается.

При высоких скоростях резания глубина пластически деформированного слоя незначительна и шероховатость поверхности невелика.

В случае обработки хрупких материалов (например, чугуна) наряду со срезом отдельных частиц металла происходит их сдвиг и хрупкое откалывание от основной массы металла, увеличивающее шероховатость поверхности.

Повышение скорости резания уменьшает откалывание частиц и обработанная поверхность становится более гладкой.

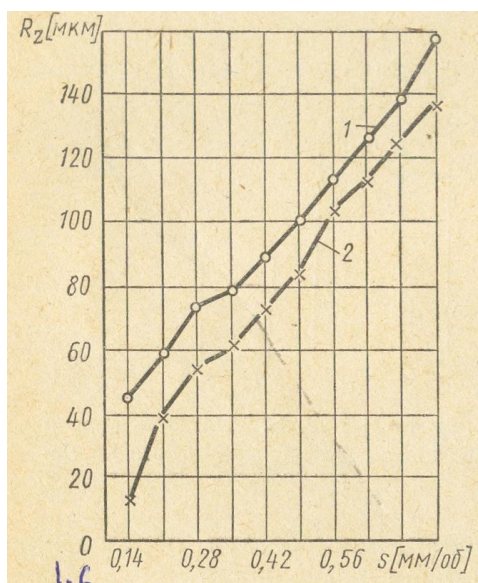


Рисунок 14. Зависимость высоты неровностей от подачи при точении конструкционной стали Ст5:

1- скорость резания  $v = 24$  м/мин;  
2- скорость резания  $v = 32$  м/мин

Для получения наиболее чистых и точных поверхностей обработку ведут в зоне скоростей, при которых нароста на инструменте не образуется, а шероховатость поверхности получается наименьшей.

Указанные обстоятельства создают основные предпосылки получения высокой чистоты обработки поверхности при скорости резания от 75 м/мин и выше.

**Подача.** Другим фактором режима резания, имеющим решающее значение для образования шероховатости, является подача. На рисунке 14 приведен график зависимости величины неровностей при точении сталей. Как следует из этого графика, при работе с малыми подачами от 0,01 до 0,15 мм/об, характерными при чистовой обработке (участок АВ), изменение величин мало влияет на шероховатость поверхности.

При снижении подачи меньше 0,01 мм/об величина неровностей поверхности не только не уменьшается, но даже увеличивается.

Шероховатость поверхности в этом случае образуется не под влиянием геометрических причин, а под влиянием пластических и упругих деформаций, скорости резания и радиуса закругления режущего лезвия, резца.

При переходе в область крупных подач ( $s > 0,15$  мм/об) величина неровностей резко возрастает и кривая шероховатостей круто поднимается вверх (участок ВС).

Наиболее целесообразной величиной подачи при отделочном точении обыкновенными резцами из углеродистых и инструментальных сталей, обеспечивающей наименьшую шероховатость обработанной поверхности при получении высокой производительности, следует принимать  $s = 0,05 \dots 0,12$  мм/об.

1.1 Зависимость неровностей и глубины резания			
Глубина резания $t$ , мм	$s$ , мм/об		
	0,12	0,30	0,48
Шероховатость поверхности, мкм			
0,5	6,5	23,1	32,8
1,0	6,6	23,3	33,6
1,5	6,5	23,1	33,5
2,0	6,5	23,6	34,0
2,5	6,4	23,9	34,6
3,0	6,6	24,2	34,3
3,5	6,6	24,1	34,3
4,0	6,7	24,0	34,5
4,5	6,9	24,6	34,8
5,0	6,8	24,7	35,0
5,5	6,8	24,8	35,1

<b>Глубина ре-</b> <b>бина резания</b>	6,0	6,8	24,8	35,0	<b>зания. Глу-</b> <b>мало влияет</b>
---	-----	-----	------	------	--

на высоту неровностей и практически ее можно не учитывать.

В табл. 1.1 приведены результаты опытов при точении стали 45 с различной глубиной резания (от 0,5 до 6,0 мм). Точение проведено твердосплавным резцом, имеющим  $\gamma = 10^\circ$ ;  $\square = 8^\circ$ ;  $\phi = \phi' = 45^\circ$ ;  $r = 1$  мм;  $v = 12$  м/мм при трех различных подачах.

Из таблицы следует, что величина неровностей мало зависит от глубины резания. Во всех случаях наблюдается лишь слабо выраженная тенденция к росту величины неровностей с увеличением глубины резания.

**Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС).** СОТС оказывают существенное влияние на процесс механической обработки, отводя тепло из зоны резания и уменьшая внешнее и внутреннее трение при резании металлов.

Согласно многочисленным исследованиям смазочно-охлаждающие жидкости оказывают положительное влияние и на чистоту обработанной поверхности.

На рисунке 15 приведены результаты опытов при точении стали Х4Н с охлаждением различными жидкостями/точение произведено быстрорежущими резцами при подаче  $s = 0,67$  мм/об. Как показано на рисунке, охлаждение водным раствором соды в воде дает лучшее качество обработки, чем при точении всухую.

Подобные результаты получены не только при точении, но и при других видах обработки чугуна и сталей различных марок.

Хороший эффект получается при сверлении, разворачивании, протягивании и т. д. сталей с применением осерненного минерального масла, содержащего 1,2—1,5% серы.

На шероховатость поверхности значительно влияют геометрические данные инструмента и состояние рабочих кромок.

При изготовлении режущего инструмента и особенно при его затуплении на режущем лезвии образуются неровности и зазубрины, увеличивающие шероховатость обрабатываемой поверхности.

По имеющимся данным, при затуплении режущего инструмента и появлении на нем зазубрин шероховатость обработанной поверхности возрастает: при точении на 50—60%, при фрезеровании цилиндрическими фрезами — на 100—115%, при фрезеровании торцовыми фрезами — на 35—45%, при сверлении — на 30% и при разворачивании на 20%. Для устранения влияния зазубрин и притупления

режущего лезвия рекомендуется тщательная доводка инструмента и своевременная их переточка.

**Упрочнение (наклёп) и остаточные напряжения в поверхностном слое обработанного металла.** После механической обработки металла происходит пластическое деформирование его поверхностных слоев. Деформация распространяется на некоторую сравнительно небольшую глубину, отчего и образуется наклеп. Одновременно с этим в поверхностном слое создается определенное напряженное состояние. Глубина наклепа и остаточные напряжения зависят от качества обрабатываемых металлов и условий механической обработки. Существенное влияние на глубину наклепа и остаточные напряжения имеет также местный (локализованный) нагрев поверхностных слоев металла.

Для определения глубины наклепа и остаточных напряжений пользуются различными методами. Наибольшее применение получил метод электротравления наклепанных призматических или кольцеобразных образцов. Сущность этого метода состоит в том, что при снятии наклепанного слоя металла происходит деформация образцов, которая регистрируется оптимерами или электрическими датчиками.

Зная первоначальную форму образцов и соответствующие деформации их при электротравлении в любом стравленном слое определяют глубину заклепа и остаточные напряжения.

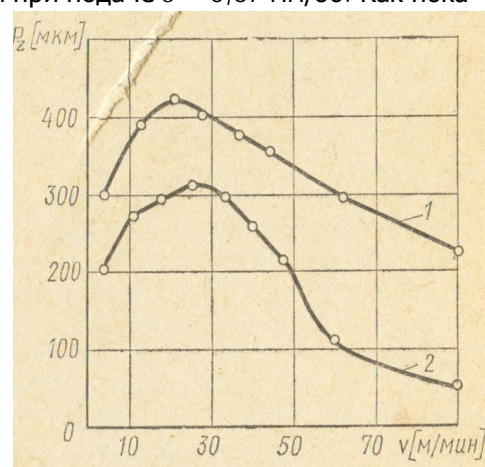


Рисунок 15. Влияние охлаждения на микрогеометрию поверхности:

- 1- точение без охлаждения жидкости;
- 2- обильное охлаждение водной эмульсией (0,5% сода с 0,1% мыла)



На рисунке 16 показано влияние подачи  $s$  и радиуса закругления вершины резца  $r$  на наклеп поверхности  $H_d$  при точении. Увеличение наклепа связано с усилением степени пластической деформации в связи с возрастанием усилий резания.

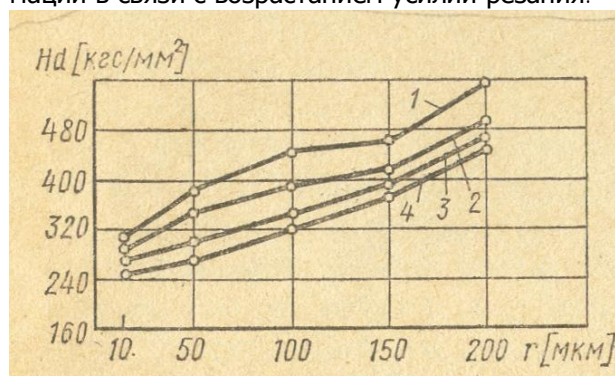


Рисунок. 16 Влияние подачи  $s$  и радиуса округления резца  $r$  на наклеп поверхности  $H_d$  при точении:  
1-  $s=0,76$  мм/об; 2-  $s=0,15$  мм/об;

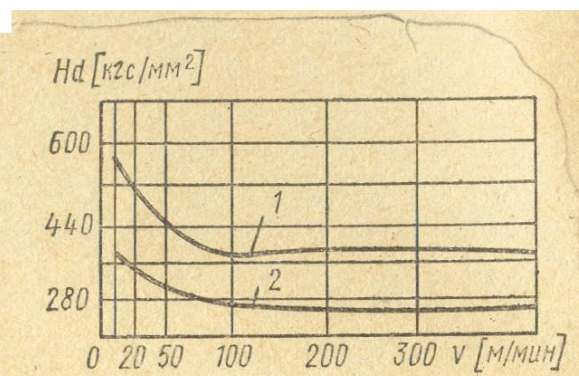


Рис. 17 Влияние скорости резания  $v$  при точении на наклеп  $H_d$  сталей:  
1- сталь 30ХГС; 2- сталь 20

При увеличении скорости резания уменьшается продолжительность воздействия деформирующих сил на поверхностный слой, что приводит к уменьшению наклепа. Одновременно с этим при повышении скорости увеличивается трение и выделение тепла в зоне резания, ускоряющего протекание «отдыха» металла.

Поэтому для металлов, не претерпевающих при резании структурных изменений, при повышении скорости снимается наклеп (рисунок 17).

Наряду с наклепом в поверхностном слое обработанного металла возникают остаточные напряжения; величина и характер их распределения зависит от многих причин, основными из которых являются условия обработки (режимы резания и качество режущих инструментов).

На рисунке 18 показано влияние скорости резания при точении стали 30ХГС на остаточные напряжения. Как видно из графика, с увеличением скорости резания в обработанном поверхностном слое сначала создаются растягивающие напряжения, которые по мере увеличения скорости снижаются, а начиная от скорости 200 м/мин и выше они переходят в сжимающие. Это объясняется термическими явлениями, т. е. интенсивностью выделения тепла с увеличением скорости резания и более полной закалкой стали 30ХГС.

С увеличением подачи повышается величина и глубина распространения остаточных напряжений. Например, при точении малоуглеродистой стали с подачей  $s = 0,2$  мм/об наибольшее напряжение растяжения составляет  $+1,22 \cdot 10^8$  н/м<sup>2</sup>, наклеп 90 мкм; при  $s = 0,48$  мм/об напряжение  $+1,44 \cdot 10^8$  н/м<sup>2</sup>, наклеп 140 мкм; при  $s = 1,2$  мм/об напряжение  $+1,92 \cdot 10^8$  н/м<sup>2</sup> и наклеп 180 мкм (рису-

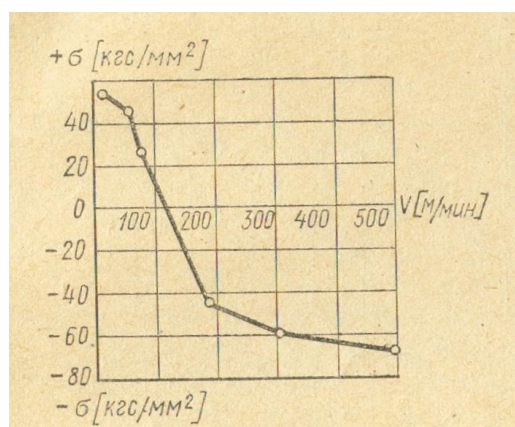


Рис. 18 Влияние скорости  $v$  точения на остаточные напряжения  $\sigma$

нок 19).

Аналогичное наблюдается при строгании и фрезе-

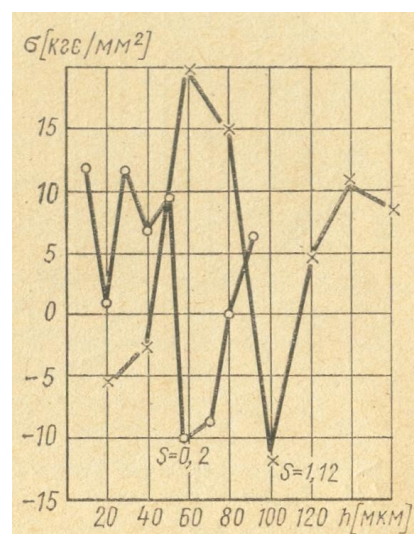


Рис. 19 График, характеризующий влияния подачи при точении на остаточные напряжения в поверхностно слое обработанного металла

ровании. Это объясняется тем, что с увеличением толщины стружки пластическая деформация протекает более интенсивно и охватывает более широкую и глубокую зону срезаемого слоя металла. Отделение стружки происходит с большей поверхности детали, и естественно, что отделение срезаемого слоя вызывает деформирование в гораздо большей мере, чем при малых подачах. Переход от растягивающих напряжений к сжимающим объясняется, как и при изменении скорости резания, термическими явлениями.

Увеличение степени пластической деформации металла зоны резания, связанное с переходом от положительных передних углов к отрицательным, также приводит к снижению растягивающих и возникновению остаточных напряжений.

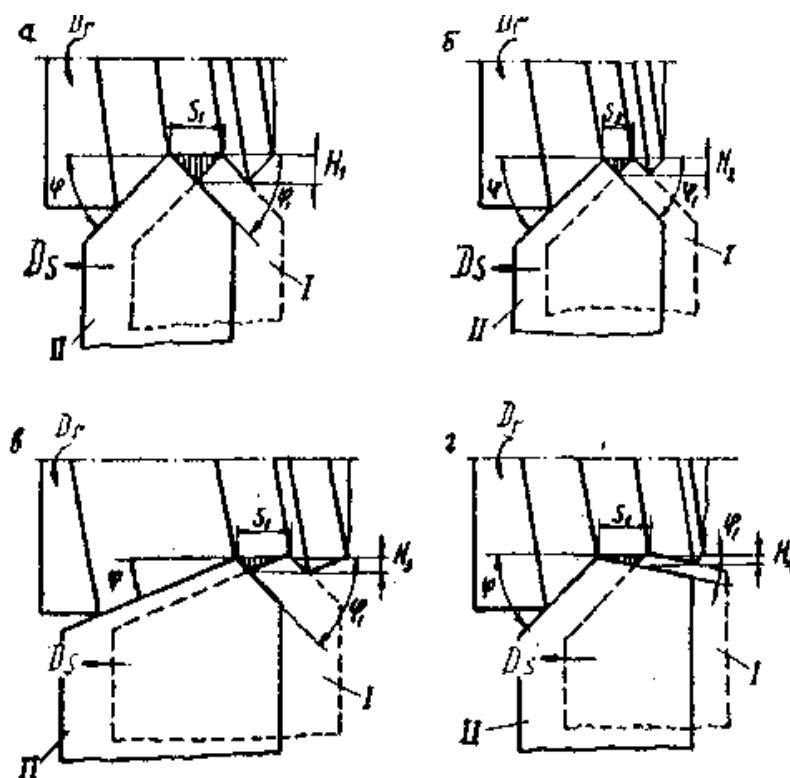
При шлифовании высокоуглеродистой стали, обладающей большей прочностью и меньшей пластичностью, преобладающее влияние на формирование остаточных напряжений имеет не пластическая деформация, а тепловой фактор. Увеличение глубины шлифования в этом случае приводит к переходу остаточных напряжений из сжимающих в растягивающие.

На чертеже детали шероховатость поверхности обозначается знаком  $\sqrt{\text{ }}$ , под которым указывается числовое значение  $R_a$  или  $R_z$  (с указанием этого символа, в мкм)

Для нормальной работы машин многие их детали должны иметь минимальную шероховатость рабочих поверхностей. Примерами таких деталей гидро- и пневмоцилиндры, гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания, коленчатые валы и многие другие детали.

При точении в результате сложения вращения заготовки и поступательной подачи  $S$  резца режущие кромки резца описывают относительно обработанной поверхности винтовую траекторию (рисунок 20). Поэтому за один оборот заготовки резец перейдет из положения I в положение II, не срезав остаточное сечение (заштрихованные участки на рисунке 20 с высотой  $H_1, H_2, H_3, H_4$ ). Высота и ого сечения  $H$  определяет шероховатость обработанной поверхности. Другими словами, при точении всегда нарезается резьба, высота профиля  $H$  которой характеризует шероховатость поверхности.

Шероховатость обработанной поверхности можно уменьшить за счёт уменьшения подачи  $S$  (сравните рисунок 20, а и б), главного угла в плане  $\varphi$  (сравните рисунок 20, а и в), вспомогательного угла в плане  $\varphi_1$ , (сравните рисунок 20, а и г).



*Рисунок 20. Влияние подачи и углов в плане на шероховатость обработанной поверхности при точении*

На высоту шероховатости оказывают влияние и другие факторы: скорость резания, физико-механические свойства обрабатываемого материала, износ инструмента, вибрации и т.д.

### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с описанием работы и составить предварительный отчёт, в который внести: наименование и цели работы; работы, выполняемые на токарно-винторезных станках (перечислить); понятие о точности деталей (рисунки 3,4); схему сил резания (рисунок 5); схемы образования погрешностей при обработке вала, закреплённого в патроне (рисунок 6), и в патроне с поджатием задним центром (рисунок 8); влияние главного угла в плане  $\phi$  на величину силы  $P_y$  (рисунок 20); понятие о шероховатости обработанной поверхности; влияние подачи и углов в плане резца на шероховатость поверхности..

### **Контрольные вопросы**

7. Какие работы выполняются на токарно-винторезных станках"
8. Что понимается под точностью изготовления деталей?
9. Что называется погрешностью изготовления деталей?
10. Какие силы резания действуют при точении на заготовку?
11. Какие деформации у заготовки вызывает сила  $P$  ?
12. Как образуются конусообразность и бочкообразность при обработке вала на токарно-винторезном станке?
13. Как уменьшить погрешности изготовления вала на токарно-винторезном станке?
14. Что представляет собой шероховатость поверхности?
15. Каким образом при точении образуется шероховатость на обработанной поверхности?
16. Как уменьшить шероховатость поверхности детали при обработке на токарно-винторезном станке?

### **Список литературы**

1. Маталин А.А. Технология машиностроения. - М.: Машиностроение, 1985.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2-х Т. М.: Машиностроение, 1985г496 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

Кафедра «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине

**“ Основы технологии производства и ремонта автомобилей ”**

Ростов-на-Дону  
2018

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебная дисциплина «Технология производства и ремонта автомобилей» призвана дать будущим специалистам автомобильного транспорта знания, позволяющие с научной обоснованностью и высокой эффективностью изготавливать и ремонтировать автомобили.

В переводе с греческого слово «технология» (techne – искусство, мастерство, умение и logos – слово, умение) означает «учение о мастерстве» и представляет собой науку, систематизирующую совокупность процессов переработки материалов и обработки изделий в определенной отрасли производства, а также описание способов производства и контроля качества продукции.

Для достижения заданного взаимного расположения поверхностей, формы и размеров деталей, их точности, шероховатости поверхностей и физико-механических свойств, применяют различные способы и методы обработки. Для обеспечения этих показателей разработаны и широко применяются современные технологии обработки, высокопроизводительные средства технологического оснащения (станки, приспособления, инструмент).

Ввиду того, что государственные ресурсы ограничены, обеспечивать расширенное воспроизводство парка автомобилей не представляется возможным. Наряду с развитием автомобилестроения возникает необходимость использовать возможности авторемонтного производства, которое восстанавливает исправное состояние и ресурс автомобилей, при этом сберегает много овеществленного (прошлого) и живого (настоящего) труда.

Целевое назначение ремонта; обеспечить поддержание автомобилей в работоспособном состоянии, снизить темпы выбытия машин из сферы потребления и удовлетворить потребителей за счет частичного воспроизводства методами ремонта.

Чтобы эффективно управлять организацией изготовления деталей и машин, грамотно осуществлять ремонт автомобилей необходимо опираться на современные научные знания и иметь надежную инженерную службу, в которой должны работать инженеры, имеющие специальное образование, владеющие теорией изготовления изделий и знаниями ремонта автомобилей.

### **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ЕЕ МЕСТО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Цель дисциплины – на основе изучения закономерностей формирования качества автомобиля в процессе производства дать основные теоретические знания и выработать практические навыки по разработке технологических процессов восстановления надёжности автомобиля в процессе эксплуатации и определению тех факторов, воздействие на которые позволит наиболее эффективно использовать автомобиль в течение всего срока службы.



Основными задачами дисциплины являются:

- изучение основ технологии производства автомобиля, их деталей и узлов;
- изучение факторов, влияющих на формирование качества автомобиля в процессе производства;
- разработка технологических процессов изготовления деталей автомобиля и сборки узлов;
- изучение принципов организации ремонта автомобиля и его составных частей;
- разработка технологических процессов разборки, мойки-очистки и контроль-сортировки автомобиля и агрегатов, поступающих в ремонт.

Студент должен знать:

- перспективные планы и направления развития современного автостроения;
- основы проектирования технологических процессов изготовления деталей и сборки узлов автомобиля;
- основы формирования качества изделия в процессе производства и в процессе восстановления надёжности деталей и узлов;
- основы разработки технологических процессов разборки, мойки-очистки и контроль-сортировки, при ремонте автомобилей.

Студент должен уметь:

- самостоятельно разрабатывать технологические процессы изготовления детали и сборки узлов, давать технико-экономическую оценку выбранного варианта;
- самостоятельно разрабатывать технологические процессы разборки, мойки-очистки и контроль-сортировки;
- оформлять технологическую документацию в соответствии требованиям ГОСТов ЕСТД.

Дисциплина «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» является одной из завершающих дисциплин в процессе обучения по специальности 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство». Она базируется на тех знаниях, которые получены студентом на предшествующих этапах обучения и определяет уровень профессиональной подготовки будущего специалиста. Эта дисциплина является теоретической основой изучения дисциплин «Восстановление деталей» и «Проектирование предприятий автомобильного транспорта».

Непосредственной базой являются знания дисциплин: «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Детали машин», «Автомобили», «Метрология, стандартизация и сертификация».

## **2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ЧАСОВ ПО ВИДАМ ОБУЧЕНИЯ**

Лекционные занятия – 4 часа;

Практические занятия – 4 часа;

Контрольные работы – одна;

Форма контроля – зачет.

### **3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Введение**

Содержание дисциплины и ее значение в подготовке инженеров по специальности 190603 – «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)». Цель и задачи дисциплины. Общая направленность современного этапа развития машиностроительных и авторемонтных производств по повышению надежности и долговечности изготавливаемых машин, росту эффективности их производства и ремонта путем непрерывного совершенствования технологии на базе достижений науки и техники.

#### **Раздел 1. Изделие и технологический процесс в производстве деталей, узлов и агрегатов транспортно-технологических машин.**

*Техническая подготовка производства (ТПП) и ее состав.* Задачи ТПП. Производственный и технологический процессы. Основные понятия и определения. Типы машиностроительных производств и формы их организации. Производственный процесс и особенности структуры авторемонтных предприятий по изготовлению и ремонту транспортно-технических средств (автомобилей). Технологический процесс как часть производственного процесса. Классификация технологических процессов.

*Понятие о машине и ее служебном назначении.* Машина как объект производства. Изделие и его составные части. Служебное назначение изделия. Средства технологического оснащения. Качество продукции и экономичность машины. Показатели качества и экономичности. Техническая норма времени.

*Сведения о видах и методах изготовления заготовок.* Методы получения заготовок: литьем, пластическим деформированием, из проката, пластмасс, порошковой металлургии. Штампо-сварные заготовки. Краткая характеристика технологических методов получения заготовок. Проектирование, выбор исходной заготовки. Припуски на механическую обработку и восстановление деталей. Нормы расхода материала на деталь. Технико-экономический анализ выбор заготовки.

*Технологичность и ремонтпригодность конструкции изделия.* Основные понятия и определения технологичности конструкции изделия. Показатели технологичности и ремонтпригодности. Этапы отработки изделия на технологичность конструкции изделия. Унификация узлов и деталей. Ремонтпригодность машин. Технологичность деталей в производстве и в ремонте.

## **Раздел 2. Точность механической обработки и качество поверхности деталей машин.**

*Точность обработки.* Понятие о точности. Точность – один из важнейших показателей качества. Основные параметры и способы определения точности. Обеспечение точности обработки деталей и восстановленных заготовок. Точность обработки деталей автомобилей и методы ее достижения. Влияние жесткости ТС, вибраций, состояние средств технологического оснащения (станок-приспособление-инструмент-заготовка) Основные методы исследования точности обработки.

*Базы.* Понятия о базах. Типы баз. Виды установочных поверхностей. Основы выбора способа установки и погрешность положения. Базы и опорные точки. Правило шести точек. Принципы постоянства и единства баз. Факторы, влияющие на точность обработки и определения суммарной погрешности механической обработки. Пути повышения точности механической обработки.

*Качество поверхности деталей.* Общие понятия и определения. Геометрические характеристики качества поверхности деталей ГОСТ 2789. Влияние основных технологических факторов на шероховатости, состояние поверхностного слоя и параметров физико-механических свойств подповерхностного слоя. Влияние геометрических характеристик и физико-механического состояния поверхности на эксплуатационные свойства деталей. Регламентация шероховатости и качества поверхности на чертежах деталей и восстановленных заготовках. Технологические методы, повышающие качество поверхностного слоя деталей машин.

## **Раздел 3. Основы технологии производства и проектирование технологических процессов (ТП) изготовления и ремонта деталей.**

*Технологические процессы обработки и сборки изделий.* Исходная информация для разработки технологического процесса и ее анализ. Принципы проектирования ТП. Последовательность проектирования единичных и типовых технологических процессов (ТП) изготовления деталей. Основные требования к разработке технологических процессов, выбору оборудования, технологической оснастке, расчету режимов обработки и нормированию технологических процессов механической обработки. Расчет режимов обработки и нормирование операций. Концентрация и дифференциация операций. Технико-экономическое сравнение вариантов разработанных технологических процессов. Общие сведения о проектировании типовых и групповых техпроцессов. Технологическая документация. Технологическая документация

*Технология изготовления и ремонта типовых деталей.* Методы обработки поверхностей заготовок. Способы обработки снятием слоя материала (обработка резанием, электрофизическая обработка), без снятия слоя материала (обработка пластическим деформированием, термическая обработка, химическая, химико-термическая, светолучевая обработка). Выбор метода обра-

ботки заготовки. Технологические методы обработки типовых поверхностей, типовых поверхностей, отверстий, отверстий и плоскостей. Технология производства типовых деталей. Методы и средства технологического оснащения. Изготовления втулок и цилиндров гидросистем. Технология изготовления зубчатых колес и шлицев.

#### **Раздел 4. Общие сведения о технологии сборочных процессов.**

Основные понятия и положения. Виды сборочных соединений, встречающихся при сборке транспортно-технологических машин. Последовательность операций сборки и разборки. Оценка точности и эффективности техпроцесса сборки изделия. Методы сборки и средства технологического оснащения. Пути повышения производительности процесса сборки.

#### **Раздел 5. Ремонт и восстановление деталей и узлов транспортно-технологических машин и комплексов.**

*Система ремонта и восстановления машин.* Определение качества и ремонтнопригодности машин. Принципы организации ремонта машин и их составных частей. Общие положения по ремонту. Виды производственных процессов ремонта и восстановления ремонтнопригодных деталей и узлов. Типовые схемы технологических процессов ремонта. Приемка в ремонт машины и выдача из ремонта.

*Разборочно-моечные процессы при ремонте.* Разборка машин и мойка деталей. Последовательность разборки машин и агрегатов. Средства разборки машин. Механизация и автоматизация разборочных работ. Оценка технического состояния и дефектация деталей. Классификация и основные виды дефектов. Понятие о предельном состоянии изделия и методы его определения. Способы дефектовки деталей и их характеристика. Средства обнаружения дефектов. Определение коэффициентов годности, восстановления и сортировка деталей по маршрутам.

*Сборка и испытание агрегатов машин.* Основы комплектования деталей. Технология сборки узлов и агрегатов: последовательность выполнения сборки, обеспечение точности при сборке. Сборка и испытание машин и их отдельных агрегатов. Оформление технологической документации. Балансировка деталей и узлов. Обкатка и испытание машин и отдельных агрегатов. Окраска машин и сдача Заказчику.

#### **Раздел 6. Методы ремонта и восстановления деталей и узлов.**

*Классификация методов ремонта деталей и узлов* Восстановление деталей методами: слесарно-механической обработкой, применением ремонтных деталей размеров и дополнительных деталей пластическим деформированием, сваркой и наплавкой открытой дугой и в среде углекислого газа, газотермической металлизацией, напылением, нанесением электрических, химических

и полимерных покрытий, паяния и склеивания, электрофизической и электрохимической обработкой. Выбор и технология способа восстановления изделий.

## **4 ЛИТЕРАТУРА**

### *Основная*

1. Тамаркин М.А. Технология машиностроения. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2005.-296 с.
2. Зуев А.А. Технология машиностроения - М.: «Лань». 2003.- 142 с.
3. Основы технологии машиностроения / Под ред. А.М.Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999
4. Ярошевич В.К.Технология производства и ремонта автомобилей: учебник/ В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов.-Минск: Адукацыя і вихаванне, 2011,-592с.
- 5.А.Ф. Синельников Основы технологии производства и ремонт автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений высшего проф. образования / А.Ф. Синельников.-М.: Издательский центр «Академия», 2011-320с.

### *Дополнительная*

- 6.Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебное пособие для студентов средних профессиональных учебных заведений. - М.: Мастерство; Высш. школа, 2001. - 496 с.
- 7.Лебедев В.А. Проектирование технологии изготовления деталей. Учебное пособие. – Ростов-на Дону: Издательский центр ДГТУ, 2003.
- 8.Справочник технолога-машиностроителя: / Под ред. А.М.Дальского. - М.: Машиностроение, 1990.- 327 с.
- 9.Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник / Б.С.Васильев. Б.П.Долгопалов, Г.Н.Доценко и др.; Под ред. В.А.Зорина. - М.: Мастерство. 2001. - 512 с.

## **5 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

Изучение теоретического курса сопровождается выполнением лабораторных и практических работ. Для каждой работы предлагаются методические указания, в которых указаны цель, методика проведения работы и правила оформления отчета.

По всем выполненным работам студент должен предоставить отчет, составленный по форме, определяемой методическим указанием. Защита отчетов проводится по мере выполнения. Каждый студент должен выполнить 2 лабораторные и 2 практические работы

Темы практических работ

- 1) Методы обработки поверхностей деталей резанием – 2 ч
- 2) Основы выбора метода получения заготовок при проектировании ТП изготовления деталей – 2 ч

Темы лабораторных работ

- 1) Устройство токарно-винторезного станка и геометрия токарного инструмента – 2 ч
- 2) Точность и шероховатость поверхностей деталей при обработке на токарно-винторезных станках – 2ч

## **6 МЕТОДИЧЕСКЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

По дисциплине «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» Студент должен выполнить контрольную работу, состоящую из 5 вопросов, согласно индивидуального задания.

Задание состоит из трех самостоятельных блоков:

- 1 блок содержит вопросы из раздела основ технологии производства изделий;
- 2 блок содержит вопросы из раздела по вопросам ремонта автомобилей;
- 3 блок содержит вопросы из перечня типовых тем, связанных с восстановлением изношенных деталей.

Задание выбирается по двум последним цифрам шифра студента (из зачетной книжки или студенческого билета). Объем ответа по каждой теме должен составлять 6...8 страниц.

Последовательность выбора вопроса:

- из блока 1 первый вопрос выбирается по предпоследней цифре шифра, второй - по последней цифре шифра из таблицы 1;
- из блока 2 первый вопрос выбирается по предпоследней цифре шифра, второй - по последней цифре шифра из таблицы 2;
- из блока 3 выбирается одна из предложенных тем.

На каждый из вопросов необходимо дать подробный письменный ответ, в котором должен содержаться необходимый текстовый, графический материал (схемы, таблицы).

## 7. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

### Блок 1. Раздел «Основы технологии производства»

Таблица 1

Предпоследняя цифра шифра	Вопрос 1	Последняя цифра шифра	Вопрос 2
0	Виды погрешностей и причины их образования	9	Качество поверхности. Геометрические характеристики качества поверхности
1	Производственный и технологический процесс. Основные понятия и определения	8	Методы оценки шероховатости, состояния поверхностного слоя и физико-механического состояния свойств поверхностного слоя
2	Типы машиностроительных производств и формы организации работы авторемонтного завода	7	Влияние геометрических характеристик и физико-механического состояния поверхности на эксплуатационные свойства деталей
3	Понятие о машине. Машина как объект производства и ремонта	6	Основные виды технологических процессов (ТП). Общие правила разработки ТП изготовления деталей
4	Способы изготовления заготовок и их краткая характеристика	5	Концентрация и дифференциация технологических операций
5	Технологичность и ремонтпригодность конструкции изделия. Показатели технологичности	4	Технология производства типовых деталей тела вращения
6	Технологичность деталей в производстве и ремонте	3	Технология изготовления зубчатых колес и шлицов
7	Точность обработки деталей и методы ее достижения	2	Общие сведения о технологии сборочных процессов. Виды сборочных соединений их сборки и разборки
8	Базы. Основы выбора. Правила шести точек	1	Оценка точности и эффективности техпроцессов сборки изделий
9	Принципы постоянства и единства баз	0	Последовательность разработки ТП обработки и сборки изделия

## Блок 2 Раздел «Общие вопросы технологии ремонта автотранспортных средств и методы»

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	Вопрос 1	Последняя цифра шифра	Вопрос 2
0	Соединение деталей в машинах, их разновидности и классификация. Основные требования к соединениям	9	Основы комплектования деталей при подготовке к сборке
1	Виды производственных процессов ремонта и восстановления изделия	8	Основные этапы сборки узлов и агрегатов
2	Параметры качества ремонта деталей и узлов транспортно-технологических машин	7	Сборка и испытание машин и их отдельных агрегатов
3	Порядок сборки и разборки машин. Средства технологического оснащения для выполнения типовых операций обработки и сборки	6	Обкатка и испытание машин и отдельных агрегатов
4	Механизация, автоматизация сборочно-разборочных работ	5	Методы контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей при ремонте
5	Классификация и основные виды дефектов непригодных деталей	4	Принципы организации ремонта машин или их составных частей
6	Способы дефектовки деталей и их характеристика. Мойка и очистка деталей от загрязнений	3	Основные технологичные показатели качества сборки изделий
7	Мойка и очистка деталей от загрязнений	2	Сущность и эффективность капитального ремонта автомобилей
8	Методы и средства обнаружения скрытых дефектов	1	Классификация загрязнений. Моющие средства и методы очистки
9	Определение коэффициентов годности сборочных единиц и деталей	0	Автомобиль как объект ремонта. Особенности организации ремонта автомобилей



### **Блок 3 Раздел «Методы восстановления»**

Студенты выбирают одну тему по своему усмотрению из предложенных тем

1. Газотермическое напыление;
2. Сварочные способы восстановления;
3. Термомеханические металлургические способы восстановления;
4. Гальванические способы восстановления.

По выбранной теме следует подробно раскрыть один из методов в следующей последовательности: наименование метода, назначение и область применения, принципиальная схема процесса, основные режимы, преимущества и недостатки.

Например, тема «Гальванические способы восстановления» состоит из ряда способов – хромирование, осталивание, никелирование, фосфатирование, барирование, цинкование и др. Следует выбрать один из способов и подробно раскрыть его в контрольной работе.

Пример описания способа восстановления дефектной или изношенной поверхности.

#### **Дуговая наплавка под флюсом и в среде защитных газов**

Дуговая наплавка под флюсом и в среде защитных газов является наиболее распространенным способом восстановления деталей в ремонтном производстве не только в России, но и за рубежом.

Сущность этого метода состоит в том, что в зону дуги подается флюс толщиной 50 – 60 мм, который закрывает дугу и плавится под воздействием тепла. В качестве присадочного материала используется изолированная проволока, а функции обмазки электродов выполняют флюсы. Марка флюса и проволоки определяется требованиями, предъявляемыми к наплавленному слою. Детали из малоуглеродистых и низколегированных сталей наплавляют проволокой диаметром 1,2 – 1,5 мм марок С<sub>в</sub>-0,8, С<sub>в</sub>-10А, Н<sub>п</sub>-30, Н<sub>п</sub>-40 и др., а из легированных сталей – марок С<sub>в</sub>-18ХГСА, Н<sub>п</sub>-30ХГСА, порошковыми проволоками марок ПП-3Х2В8, ПП-Х42ВФ и др. Высокую износостойкость наплавленного слоя можно получить наплавкой проволоки Н<sub>п</sub>-2Х13.

Для наплавки применяют плавящиеся марганцовистые флюсы марок АН-318А и ОСЦ-45, с помощью которых наплаваемый слой легируется марганцем, повышающим его твердость, вязкость и износостойкость. Наплавкой проволокой С<sub>в</sub>-08 под керамическим флюсом АНК-19 можно получить твердость наплавленной поверхности HRC 45-49.

Наплавка под слоем флюса широко применяются при восстановлении валов, осей и других деталей диаметром более 50 мм, имеющих износ более 1 – 1,5 мм на сторону. Наплавка деталей диаметром до 50 мм затруднена из-за стеснения металла, осыпания флюса, возможности прижога и коробления.

Процесс широко применяется для восстановления цилиндрических поверхностей деталей. Режимы наплавки характеризуются силой тока, напряжением, скоростью наплавки, скоростью подачи проволоки, шагом наплавки, вылетом и смещением электрода. Силу тока при наплавке определяют в зависимости от диаметра детали (табл. 3).

Таблица 3 Зависимость тока при наплавке от диаметра детали

Диаметр детали, мм	Сила тока, А при диаметре электродной проволоки, мм	
	1,2 – 1,6	2 – 2,5
50-60	120-140	140-160
65-75	150-170	180-220
80-100	180-200	230-280
150-200	230-250	300-350
250-300	270-300	350-380

Основные параметры режимов наплавки определяют по следующим формулам:

скорость наплавки, м/ч

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot s \cdot \gamma},$$

частота вращения детали, об/мин

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot d}$$

скорость подачи проволоки, м/ч

$$V_{вд} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot \gamma}$$

шаг наплавки, мм/об

$$S = (2 - 2,5) \cdot d_{np}$$

вылет электрода, мм

$$\delta = (10 - 12) \cdot d_{np}$$

смещение электрода, мм

$$l = (0,05 - 0,07) \cdot d$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/Ач (при наплавке постоянным током обратной полярности  $\alpha_H = 11...14$ );

$h$  – толщина наплавленного слоя, мм;

$\gamma$  – плотность электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> ( $\gamma = 7,85$ );

$d_{np}$  – диаметр электродной проволоки, мм;

$I$  – сила тока, А;

$d$  – диаметр детали, мм.

Ориентировочные параметры режимов наплавки под слоем флюса цилиндрических деталей даны в таблице 4.

Таблица 4 Режимы наплавки цилиндрических деталей (толщина слоя 1,0 – 1,2 мм)

Параметр	Диаметр детали, мм			
	10...20	20...30	40...50	90...100
Сила тока, А	70...90	85...110	110...180	100...300
Скорость наплавки, м/ч	40..45	40...45	30...35	70...80
Смещение электрода, мм	2...4	3...5	6...10	8...10
Шаг наплавки, мм/об	2,5...3,0	2,8...3,2	3,0..3.5	5,0..7,0

## 7 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Работа выполняется в ученической тетради в клетку или на листах формата А4. Справа выделяются поля 20-25 мм для замечаний преподавателя.

На все вопросы задания следует давать четкие конкретные ответы без излишних описаний, не относящихся к существу вопроса.

Схемы должны выполняться карандашом под линейку в масштабе, достаточном для четкого изображения всех элементов. Копирование схем, вклейка вырезок из документации **не допускается**.

В конце работы указывается используемая литература и оставляется 1-2 страницы для рецензии.

Все замечания в работе должны быть устранены до собеседования.

Если работа не зачтена вследствие большого числа ошибок, ее необходимо выполнить заново с учетом всех замечаний и рекомендаций.

К работе, представляемой на повторную проверку (если она выполнена в другой тетради), должна обязательно прилагаться незачтенная работа.