

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Институт повышения квалификации  
и переподготовки кадров**

**Кафедра «Обработка материалов давлением»**

**А. П. Лепший, И. В. Агунович**

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ  
И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**ПРАКТИКУМ**

**для слушателей специальности**

**1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении  
и приборостроении» заочной формы обучения**

**Гомель 2015**

УДК 621-027.22+681.2(075.8)  
ББК 34.5+34.96я73  
Л48

*Рекомендовано кафедрой «Обработка материалов давлением»  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 7 от 27.02.2015 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого  
*Г. В. Петришин*

**Лепший, А. П.**

Л48 Основы технологии машиностроения и приборостроения : практикум для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / А. П. Лепший, И. В. Агунович. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 143 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Мб RAM ; свободное место на HDD 16 Мб ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит порядок и методику выполнения работ, основные правила безопасной работы на станках, перечень контрольных вопросов для закрепления данной дисциплины и структурный отчет..

Для слушателей специальности -59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заочной формы обучения ИПКиПК.

УДК 621:658.382.3(075.8)  
ББК 65.246.95я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2015

Целью лабораторных занятий является закрепление теоретического материала и приобретение слушателями навыков по разработке технологических процессов обработки деталей, настройке и наладке оборудования; работы с датчиками, контрольно-блокирующими устройствами, загрузочными устройствами, подающими и удаляющими устройствами, системами автоматического контроля и автоматической защиты, изучение устройства и работы промышленных роботов, особенностей программирования роботов.

Все работы выполняются в лабораториях кафедры «Обработка материалов давлением».

Слушатели, приступающие к выполнению лабораторных работ, должны:

- изучить правила техники безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении работы;
- ознакомиться с содержанием работы по лабораторному практикуму;
- ознакомиться с технологическим оснащением;
- изучить методику проведения работы;
- выполнить экспериментальную часть работы;
- составить отчет о выполненной работе.

Оформление отчетов по работам необходимо производить в отдельной тетради или на листах формата А4 с соблюдением требований по оформлению текстовой документации.

Лабораторная работа считается выполненной после предъявления оформленного отчета с полученными результатами и ответа на контрольные вопросы. По каждой работе производится защита отчета.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед началом работы следует:

1. Проверить видимое заземление корпуса установки.
2. Проверить наличие ограждения подвижных частей машины, не являющихся непосредственно рабочими.
3. Проверить крепление инструмента и деталей механизма подачи.
4. Перед пуском машины убедиться, что в машине не остался какой-либо инструмент, детали или приборы.

При выполнении лабораторной работы следует:

1. Выполнять только работу, которая поручена преподавателем.
2. Сообщать учебному мастеру (преподавателю) о всех отклонениях в работе оборудования.
3. При обнаружении напряжения (ощущения электротока) на металлических частях оборудования, немедленно выключить его и сообщить об этом учебному мастеру или преподавателю.
4. Работать исправным и чистым инструментом. Соблюдать правила обращения с инструментом.
5. Перед провертыванием маховика вручную убедиться, что это не принесет вреда присутствующим и только в присутствии преподавателя или лаборанта (учебного мастера), ведущих занятие.
6. Во время работы пресса или средств автоматизации опасаться захвата одежды, рук или волос подвижными частями машины.
7. Во время работы не прикасаться к движущимся частям машины.
8. Заправку лент в подачу и извлечение материала осуществлять только в рукавицах.
9. При возникновении аварийных ситуаций оператор, обслуживающий машину, должен нажать на пульте управления кнопку «общий стоп» и отключить машину при помощи тумблера на пульте управления.
10. Быть внимательным и аккуратным во время выполнения работы, не отвлекаться самому и не отвлекать других посторонними разговорами.
11. После окончания работы убрать рабочее место, сдать инструмент и методические пособия.

## Лабораторная работа № 1

### «ТЕХНОЛОГИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ И БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, область применения и технологические возможности токарных станков при обработке различных поверхностей, а также основные правила и способы безопасного производства работ.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

1. Изучить способы закрепления заготовок и инструментов.
2. Изучить технологические возможности станка при обработке различных поверхностей.
3. Изучить конструктивные элементы станка, обеспечивающие безопасность оборудования и организацию рабочего места станочника.
4. По заданному преподавателем чертежу детали разработать технологический процесс обработки на токарном станке, рассчитать режимы резания.
5. Произвести наладку и настройку станка на обработку детали; выполнить ее обработку.
6. Произвести измерение обработанных поверхностей детали и сделать заключение о ее годности.

#### МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Виды токарных работ, оснастка и способы закрепления заготовки и инструмента

Токарная обработка является наиболее распространенным методом обработки резанием и применяется при изготовлении осесимметричных деталей типа тел вращения (валов, дисков, осей, пальцев, цапф, фланцев, колец, втулок, гаек, муфт и др.). Основные виды токарных работ показаны на рис. 1.1.

При работе на токарных станках применяют различные режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки, резьбонарезные головки, фасонный инструмент и др.

Токарные резцы являются основным инструментом и применяются для обработки плоскостей, цилиндрических и фасонных поверхностей, нарезания резьбы и т.д.

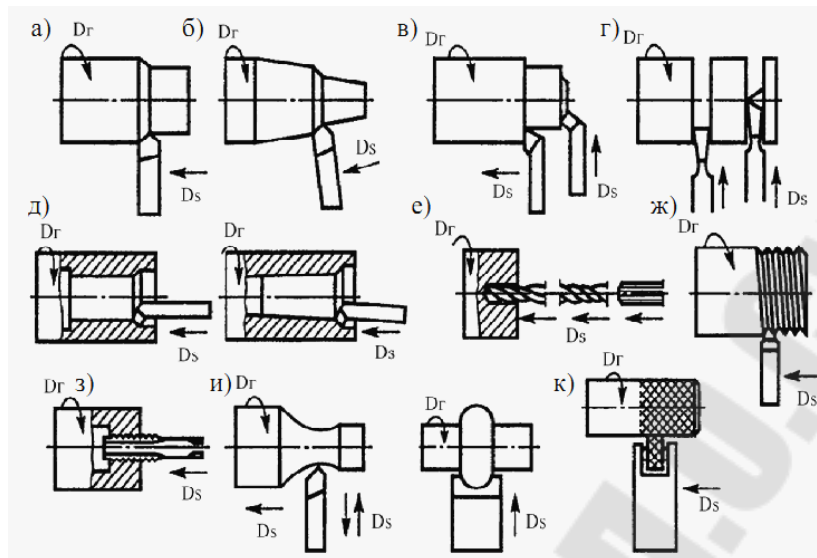


Рис. 1.1- Основные виды токарных работ:

а - обработка наружных цилиндрических поверхностей; б - обработка наружных конических поверхностей; в - обработка торцов и уступов; г - вытачивание пазов и канавок, отрезка заготовки; д - обработка внутренних цилиндрических и конических поверхностей; е - сверление, зенкерование и развертывание отверстий; ж - нарезание наружной резьбы; з - нарезание внутренней резьбы; и - обработка фасонных поверхностей; к - накатывание рифлений

Сверление является распространенных методов обработки на токарных станках и осуществляется для предварительной обработки отверстий.

Способ установки и закрепления заготовок на станке выбирают в зависимости от их размеров, жесткости и требуемой точности обработки. При соотношении  $L/D < 4$  (где  $L$  — длина обрабатываемой заготовки, мм;  $D$  - диаметр заготовки, мм) заготовки закрепляют в патроне, при  $4 < L/D < 10$  - в центрах или в патроне с поджимом задним центром, при  $L/D > 10$  - в центрах или в патроне и центре задней бабки и с поддержкой люнетом.

Для крепления заготовок на токарных станках применяют двух-, трех- и четырех- кулачковые патроны с ручным и механизированным приводом зажима.

Наиболее широко распространен трехкулачковый самоцентрирующий патрон (рис. 1.2, а).

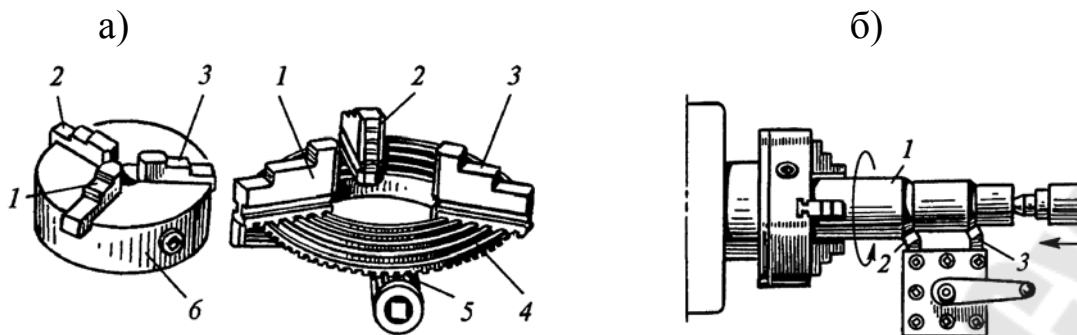


Рис. 1.2 – Трехкулачковый самоцентрирующий патрон (а) и установка заготовок в патроне с поджимом задним центром (б)

Кулачки 1, 2 и 3 патрона перемещаются одновременно с помощью диска 4. На одной стороне этого диска выполнены пазы (имеющие форму архимедовой спирали), в которых расположены нижние выступы кулачков, а на другой — нарезано коническое зубчатое колесо, сопряженное с тремя коническими зубчатыми колесами 5. При повороте ключом одного из колес 5 диск 4 (благодаря зубчатому зацеплению) также поворачивается и посредством спирали перемещает одновременно и равномерно все три кулачка по пазам корпуса 6 патрона. В зависимости от направления вращения диска кулачки приближаются к центру патрона или удаляются от него, зажимая или освобождая деталь. Кулачки обычно изготавливают трехступенчатыми и для повышения износостойкости закаливают.

В зависимости от формы и размеров обрабатываемых деталей применяют различные центры (рис.1.3). Угол при вершине рабочей части центра (рис. 1.3, а) обычно равен  $60^\circ$ . Конические поверхности рабочей 1 и хвостовой 2 частей центра не должны иметь забоин, так как это приводит к погрешностям при обработке заготовок. Диаметр опорной части 3 меньше малого диаметра конуса хвостовой части, что позволяет выбивать центр из гнезда без повреждения конической поверхности хвостовой части.

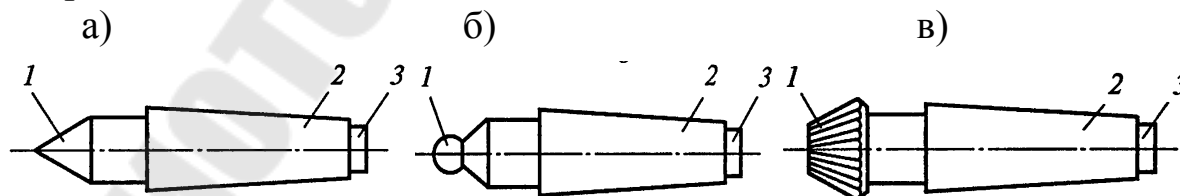


Рис. 1.3 – Примеры центров, применяемых в токарных станках:  
а – упорный; б - со сферической рабочей частью;  
в – с рифленой поверхностью рабочего конуса

При обработке с большими скоростями резания и нагрузками применяют задние вращающиеся центры.

Хомутики служат для передачи вращения от шпинделя к обрабатываемой заготовке, установленной в центрах станка. Хомутик 2 надевают на заготовку 5 и закрепляют винтом 1 (рис. 1.4), при этом хвостовик 2 хомутика упирается в палец 3 поводкового патрона 4.

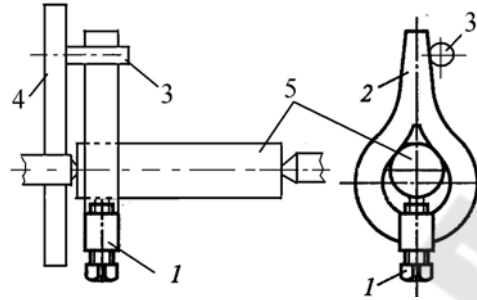


Рис. 1.4 – Установка заготовки в центрах

Резцы устанавливаются и закрепляются в 4-х позиционном резцедержателе (рис.1.5, а). Допускается устанавливать одновременно 4 резца. Резец 1 устанавливается таким образом, чтобы вершина его была расположена на уровне оси шпинделя (заготовки 5). Под резец подкладывают подкладки 4 из мягкой стали. Вылет резца из резцедержателя не должен превышать величины  $L < 1,5H$ . Закрепление инструмента осуществляется болтами 3.

Установка и закрепление осевого инструмента (сверл, зенкеров, разверток) производится в основном в пиноли задней бабки. Для инструментов с цилиндрическим хвостовиком (диаметром до 16 мм) применяются сверлильные кулачковые патроны, инструмент с коническим хвостовиком устанавливается непосредственно в пиноли. Если конус хвостовика отличается по размеру (номеру) от конусного отверстия пиноли задней бабки, тогда применяются переходные втулки (рис. 1.5, б).

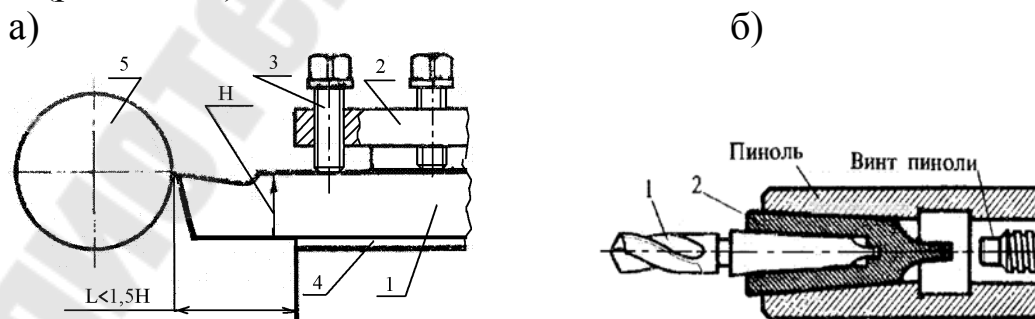


Рис. 1.5 – Схемы закрепления инструмента на токарном станке

Технология обработки поверхностей и методы их контроля:

а) наружных цилиндрических и плоских торцовых поверхностей



Для наружного продольного чернового и чистового точения (см. рис.1.1.а) применяют проходные резцы. Прямые проходные резцы изготовляют с главным углом в плане  $\varphi = 45, 60$  и  $75^\circ$  (рис. 1.6, а). Отогнутые проходные резцы (рис. 1.6, б и в) имеют угол  $\varphi = 45^\circ$ . Они широко применяются для продольного и поперечного точения (т.е. для подрезки торцов). Упорные проходные резцы (рис. 1.6, г) имеют угол  $\varphi = 90^\circ$ . Они пригодны для обработки деталей с уступами небольших размеров и нежестких деталей.

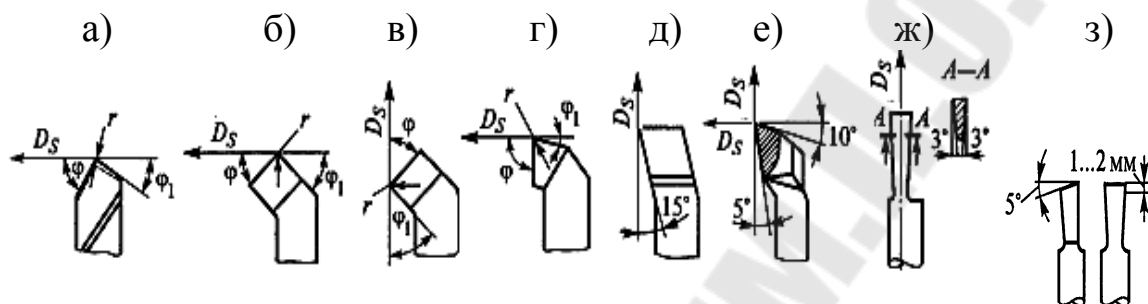


Рис. 1.6 – Примеры конструкций токарных резцов:  
а – прямой проходной; б и в - проходные отогнутые; г – упорный; д – подрезной резец для обработки наружных торцов; е) подрезной резец для работы с продольной и поперечной подачами; ж) прорезной прямой правый; з) отрезные резцы

Торцы и уступы (см. рис. 1.1, в) обрабатывают подрезными, проходными отогнутыми или проходными упорными резцами

Подрезной резец предназначен для обработки наружных торцовых поверхностей (рис. 1.6, д). При подрезании торца движение подачи резца осуществляется перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки. Подрезной резец (рис. 1.6, е) позволяет обрабатывать различные торцовые и другие поверхности с продольным и поперечным движениями подачи.

Узкие канавки (см. рис. 1.6, г) обрабатывают прорезными резцами. Форма режущей кромки резца соответствует форме обрабатываемой канавки. Прорезные резцы (рис. 1.6, ж) бывают прямые и отогнутые, которые, в свою очередь, делятся на правые и левые.

Заготовки и детали отрезают отрезными резцами (рис. 1.6, з). Ширина режущей кромки отрезного резца зависит от диаметра отрезаемой заготовки и может быть равна 3; 4; 5; 6; 8 и 10 мм. Длина

L головки отрезного резца должна быть несколько больше половины диаметра  $d$  прутка, от которого отрезают заготовку ( $L > 0,5d$ ).

При отрезке хрупкого материала заготовка отламывается раньше, чем резец подойдет к центру заготовки, в результате чего на торце заготовки остается выступ (бобышка). Для получения ровного торца режущую кромку резца выполняют под углом  $5... 10^\circ$  (рис. 1.6, з).

Наиболее распространенным инструментом для измерения размеров деталей, полученных после черновой и получистовой обработки наружных цилиндрических поверхностей является штангенциркуль (рис. 1.7, а, б).

Губки С и D предназначены для измерения наружных, а губки А и В - для измерения внутренних поверхностей, с помощью ножки 4 измеряют уступы и углубления. Размер с точностью до 1 мм измеряют по линейке 3, а с точностью до 0,1 мм - по нониусу на каретке 2. После замера губки фиксируют винтом 1.

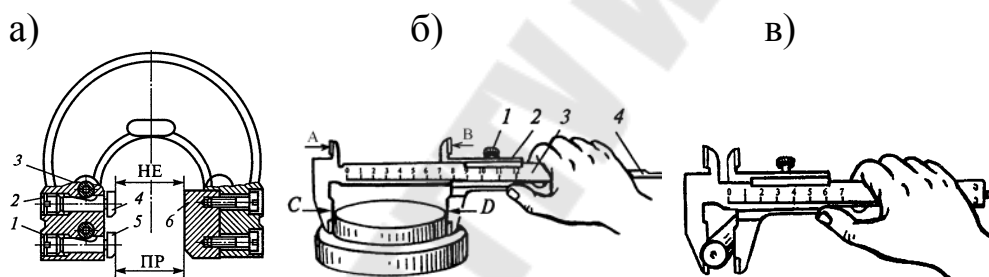


Рис. 1.7 – Измерение цилиндрических поверхностей:  
а, б – штангенциркулем; в - предельной скобой регулируемой

В условиях серийного производства детали измеряют предельными регулируемыми (рис. 1.7, в) и нерегулируемыми скобами. Особенностью скоб различных конструкций является то, что с их помощью оценивают два размера обработанной детали: первый - с наибольшим отклонением, а второй - с наименьшим. Размер с наибольшим отклонением обозначается ПР (проходной), а размер с наименьшим отклонением - НЕ (непроходной). В регулируемых скобах размеры НЕ и ПР настраивают перемещением измерительных головок.

Глубину канавок на наружной поверхности детали измеряют линейкой, штангенциркулем, штангенглубиномером и шаблоном-уступомером (рис. 1.8).

Ширину обработанного участка до уступа измеряют линейкой в том случае, если не требуется большой точности измерения. При более высоких требованиях к точности измерения лучше использовать штангенциркуль, а при серийном производстве деталей - шаблон-уступомер. Проходная сторона шаблона (ПР) при измерении должна упираться в обработанную цилиндрическую поверхность детали, а непроходная сторона (НЕ) - в наружную цилиндрическую поверхность детали.

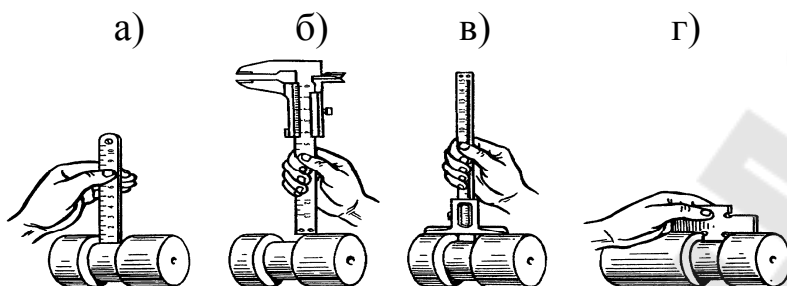


Рис. 1.8 – Измерение глубины канавки:  
 а – линейкой; б – штангенциркулем; в – штангенглубиномером;  
 г – шаблоном-уступомером

#### б) цилиндрических отверстий

На токарных станках обработка цилиндрических отверстий производится сверлами, зенкерами, развертками и расточными оправками с закрепленными в них резцами.

Сверла с коническими хвостовиками устанавливают непосредственно в конусное отверстие пиноли задней бабки, а если размеры конусов не совпадают, то используют переходные втулки (см. рис. 1.5, б).

Для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (диаметром до 16мм) применяют сверлильные кулачковые патроны, которые устанавливают также в пиноли задней бабки.

Для механической подачи сверла его закрепляют в резцедержателе. Сверло 1 с цилиндрическим хвостовиком (рис. 1.9, а) с помощью прокладок 2 и 3 устанавливают в резцедержателе так, чтобы ось сверла совпадала с линией центров. Сверло 1 с коническим хвостовиком (рис. 1.9, б) устанавливают в державке 2, которую крепят в резцедержателе.

Для получения более точных отверстий и для уменьшения увода сверла от оси детали используют рассверливание, т. е. сверление

отверстия в несколько приемов. При сверлении отверстий большого диаметра (свыше 30 мм) также прибегают к рассверливанию для уменьшения осевого усилия.

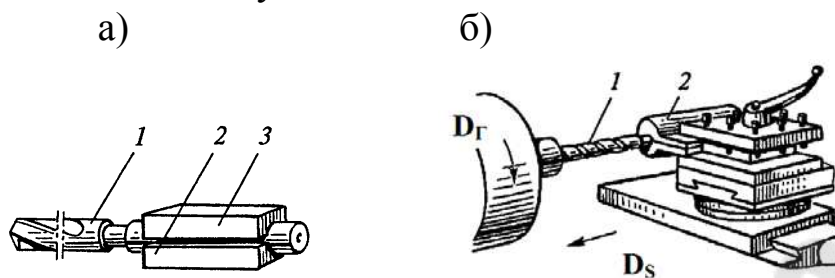


Рис. 1.9 – Крепление сверла в резцедержателе:

а – с цилиндрическим хвостовиком; б – с коническим хвостовиком

Для получения на токарных станках отверстий высокой точности и заданного качества обрабатываемой поверхности применяют развертывание.

Если диаметр отверстия превышает диаметр стандартных сверл или зенкеров, то такое отверстие растачивают (см. рис. 1.1, д). Растачивание применяют также при обработке отверстий с неравномерным припуском или с непрямолинейной образующей.

В зависимости от назначения различают токарные расточные резцы для обработки сквозных (рис. 1.0, а) и глубоких отверстий. У токарных расточных стержневых резцов консольная часть выполнена круглой, а стержень для крепления резцов - квадратным; такими резцами можно растачивать отверстия диаметром 30... 65 мм..



Рис. 1.10 – Конструкции расточных резцов:

а – токарных станков; б – токарно-револьверных станков

На токарно-револьверных станках применяют расточные резцы круглого сечения, которые крепятся в специальных оправках-державках (рис. 1.10, б).

При черновом растачивании стали принимают глубину резания до 3 мм; продольную подачу - 0,08...0,2 мм/об; скорость резания - около 25 м/мин для резцов из быстрорежущей стали и 50... 100 м/мин для твердосплавных резцов.

При чистовом растачивании глубина резания не превышает 1 мм, продольная подача - 0,05...0,1 мм/об, скорость резания - 40... 80

м/мин для резцов из быстрорежущей стали и 150... 200 м/мин для твердосплавных резцов.

в) конических поверхностей и центровых отверстий

Для обработки конических поверхностей на токарных станках существуют следующие основные способы обработки (рис. 1.11):

1. Обтачивание широким резцом 1 (рис. 1.11, а), установленным с помощью шаблона. Применяется данный способ при получении конусов небольшой длины до 50 мм (например, фасок).

2. Обтачивание перемещением резцовых салазок (рис. 1.11, б) применяют для обработки точных наружных и внутренних конических поверхностей, длина которых не превышает длины хода салазок. При наладке устанавливают на круглой шкале 2 поворотную плиту суппорта с резцовыми салазками 1 под углом  $\alpha$ , равным половине угла конуса. Если конус задан линейными размерами, то половина его угла определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\alpha = (D - d) / 2L,$$

где  $D$  и  $d$  – больший и меньший диаметры, мм;

$L$  – длина конуса, мм).

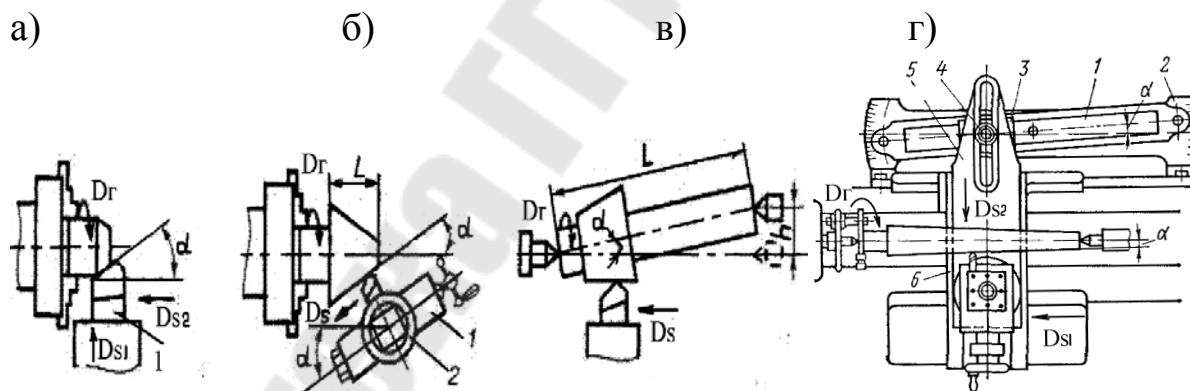


Рис. 1.11 – Способы обработки конических поверхностей

3. Обтачивание конусов со смещенным центром задней бабки (рис.1.11,в) производят, сообщая суппорту движение продольной подачи. При наладке задний центр смещают на величину  $h$ , чтобы угол  $\alpha$  между направлением движения суппорта и линией центров был равен половине угла конуса. Это смещение  $h$ , мм, задней бабки зависит от расстояния между центрами  $L$  и длины обрабатываемого конуса  $l$

$$h = \frac{L(D-d)}{2l}$$

4. Обтачивание с применением специальных копировальной линейной 1 (рис. 1.11, г), укрепленной на задней стороне станины на кронштейнах 2. Этот способ обеспечивает получение точных конусов любой длины.

В деталях типа валов часто выполняют центровые отверстия, которые используют для последующей токарной и шлифовальной обработки детали и для восстановления ее в процессе эксплуатации. Конструкции центровых отверстий приведены на рис. 12, а, б. Наибольшее распространение имеют центровые отверстия с углом конуса 60°

Для защиты от повреждений центровые отверстия многократного использования выполняют с предохранительной фаской под углом 120° (рис. 1.13, б).

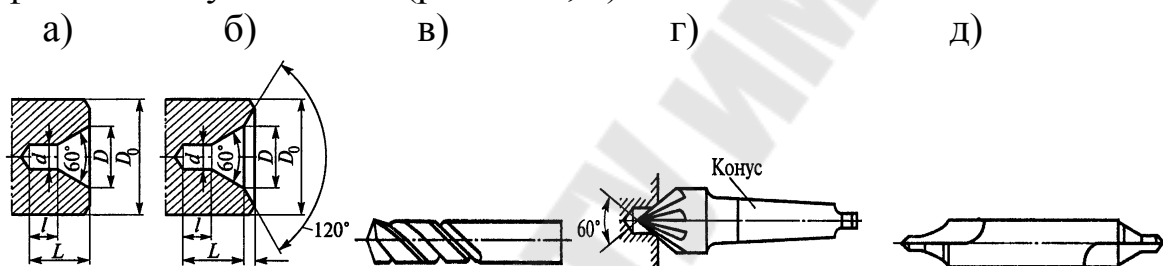


Рис. 1.12 – Конструкции центровых отверстий (а, б) и примеры центровых инструментов: в – цилиндрическое сверло; г – многозубая зенковка; д – комбинированное сверло с предохранительной фаской

Для обработки центровых отверстий в небольших заготовках применяют различные методы. Заготовку закрепляют в самоцентрирующем патроне, а в пиноль задней бабки вставляют сверлильный патрон с центровочным инструментом. Центровые отверстия больших размеров обрабатывают сначала цилиндрическим сверлом (рис. 1.12, в), а затем однозубой или многозубой (рис. 1.12, г) зенковкой. Центровые отверстия диаметром 1,5... 5 мм обрабатывают комбинированными сверлами без предохранительной фаски и с предохранительной фаской (рис. 1.12, д).

Центровые отверстия размечают с помощью угольника, а без предварительной разметки с помощью приспособления, показанного на рис. 1.13, а. Корпус 1 приспособления устанавливают левой рукой на торце вала 3 и ударом молотка по кернеру 2 намечают центр отверстия.

Конусность наружных поверхностей измеряют шаблоном или универсальным угломером. Для более точных измерений применяют калибры-втулки (рис. 1.13, б), с помощью которых проверяют не только угол конуса, но и его диаметры. На обработанную поверхность конуса карандашом наносят две-три риски, затем на измеряемый конус надевают калибр-втулку, слегка нажимая на нее и поворачивая ее вдоль оси. При правильно выполненном конусе все риски стираются, а конец конической детали находится между метками А и В.

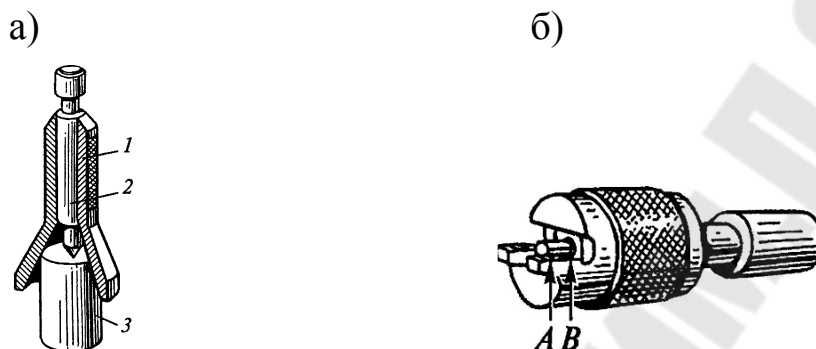


Рис. 1.13 – Приспособление для накернивания центровых отверстий без предварительной разметки (а) и пример применения калибр-втулки для проверки наружных конусов (б)

При измерении конических отверстий применяют калибр-пробку. Правильность обработки конического отверстия определяется (как и при измерении наружных конусов) взаимным прилеганием поверхностей детали и калибра-пробки. Если тонкий слой краски, нанесенный на калибр-пробку, сотрется у малого диаметра, то угол конуса в детали велик, а если у большого диаметра - угол мал.

#### г) фасонных поверхностей

На токарных станках фасонные поверхности получают:

- 1) ручным или автоматическим поперечным и продольным движением подачи резца относительно заготовки с подгонкой профиля обрабатываемой поверхности по шаблону;
- 2) фасонными резцами, профиль которых соответствует профилю обработанной детали;
- 3) с помощью приспособлений и копирных устройств, позволяющих обработать поверхность заданного профиля;

4) комбинированием перечисленных выше методов.

Для обработки галтелей, резьбы и других фасонных поверхностей применяют фасонные резцы (рис. 1.14, а). Профиль режущей кромки фасонных резцов полностью совпадает с профилем обрабатываемой поверхности, поэтому передняя поверхность резца устанавливается точно на линии центров станка. Подача фасонного резца должна быть равномерной и не превышать 0,05 мм/об при ширине резца 10... 20 мм и 0,03 мм/об при ширине резца более 20 мм.

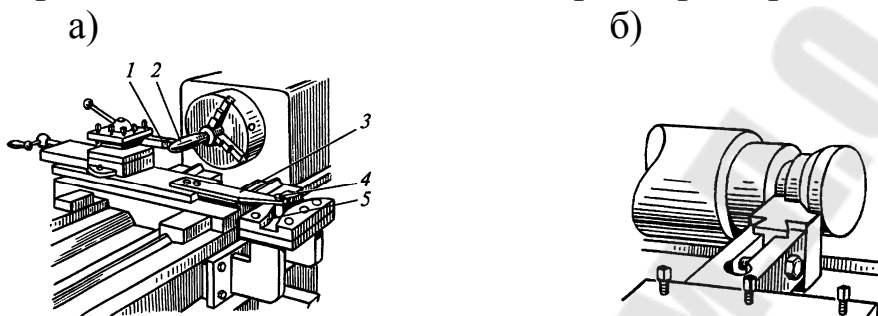


Рис. 1.14 – Обработка фасонных поверхностей призматическим фасонным резцом (а) и по копиру (б)

Для повышения производительности и точности обработки фасонных поверхностей проходным резцом применяют копир (рис. 1.14, б). Фасонную поверхность рукоятки 2 обрабатывают резцом 1, поперечное перемещение которого осуществляется по копиру 5 пальцем 4 в соответствии с его профилем. Вместе с пальцем 4 в поперечном направлении перемещается тяга 3 и связанный с ней суппорт с резцовой головкой. При этом винт поперечного движения подачи выводится из зацепления с гайкой поперечного суппорта, а движение продольной подачи может осуществляться автоматически.

Фасонную поверхность детали контролируют, как правило, шаблоном. Отклонения от фактического профиля могут быть вызваны следующими причинами: неточностью профиля резца или погрешностью его установки, а также деформацией детали при обработке, вызванными чрезмерно большими подачами.

д) нарезания резьбы

На токарно-винторезных станках наиболее широко применяют метод нарезания наружной и внутренней резьб резцами (см. рис. 1.1, ж, з). Резьбонарезные резцы бывают стержневые, призматические и круглые.



Резьбы треугольного профиля нарезают резцами с углом в плане при вершине  $\varepsilon = 60^\circ \pm 10'$  для метрической резьбы и  $\varepsilon = 55^\circ \pm 10'$  для дюймовой резьбы. Для нарезания наружной резьбы на винтах, болтах, шпильках и других деталях применяют плашки (рис. 1.15, а). Участок детали, на котором необходимо нарезать резьбу плашкой, предварительно обрабатывают. Диаметр обработанной поверхности должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы.

Плашку устанавливают в плашкодержатель (патрон), который закрепляют в пиноли задней бабки или гнезде револьверной головки. Скорость резания  $v$  при нарезании резьбы плашками для стальных заготовок 3...4 м/мин, для чугунных - 2...3 м/мин и для латунных - 10... 15 м/мин.

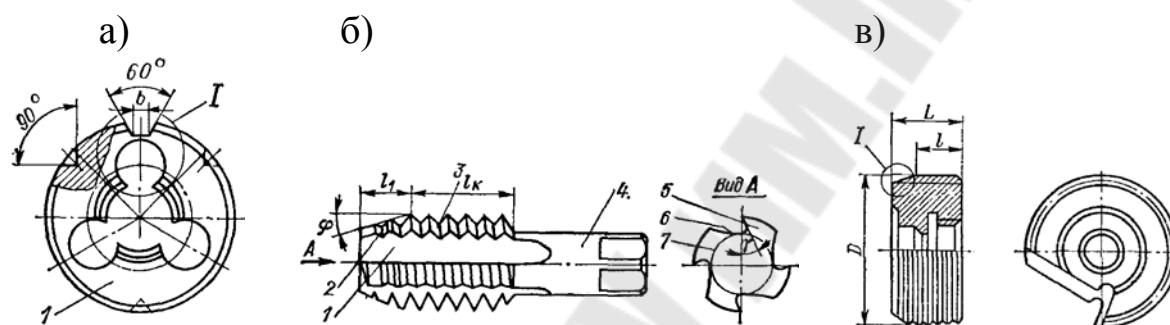


Рис. 1.15 – Инструмент, применяемый для нарезания резьб:  
а – плашка круглая; б – метчик; в – гребенка круглая к винторезным самооткрывающимся головкам

Внутренние метрические резьбы диаметром до 50 мм часто нарезают метчиками (рис. 1.15, б). Обычно на токарном станке применяют машинные метчики, что позволяет нарезать резьбу за один проход. Для нарезания резьбы в деталях из твердых и вязких материалов применяют комплекты, состоящие из двух или трех метчиков. Скорость резания  $V$  при нарезании резьбы метчиками для стальных заготовок 5... 12 м/мин, для чугунных, бронзовых и алюминиевых - 6... 22 м/мин. Нарезание резьбы производят с охлаждением эмульсией или маслом.

Резьбонарезные винторезные головки применяют для нарезания наружной и внутренней резьбы на токарных, токарно-револьверных станках и на токарных автоматах.

С помощью хвостовика резьбонарезная головка устанавливается в пиноли задней бабки или в револьверной головке станка. В винторезных головках применяют радиальные, тангенциальные и круглые гребенки (рис.1.15, в). В конце нарезания резьбы гребенки

автоматически расходятся и при обратном ходе не соприкасаются с резьбой.

Контроль резьбы. Шаг резьбы измеряют резьбовым шаблоном, представляющим собой пластину 2 (рис. 1.16, а), на которой нанесены зубцы с шагом резьбы, обозначаемым на плоскости шаблона. Набор шаблонов для метрической или дюймовой резьбы скрепляется в кассету 1. Резьбовыми шаблонами определяют только шаг резьбы.

Правильность выполненной на детали внутренней и наружной резьбы комплексно оценивают с помощью резьбовых калибров (рис. 1.16, в, г, д). Резьбовые калибры разделяют на проходные (рис. 1.16, в), имеющие полный профиль резьбы и являющиеся как бы прототипом детали резьбового соединения, и непроходные (рис. 1.16, г), контролирующие только средний диаметр резьбы и имеющие укороченный профиль.

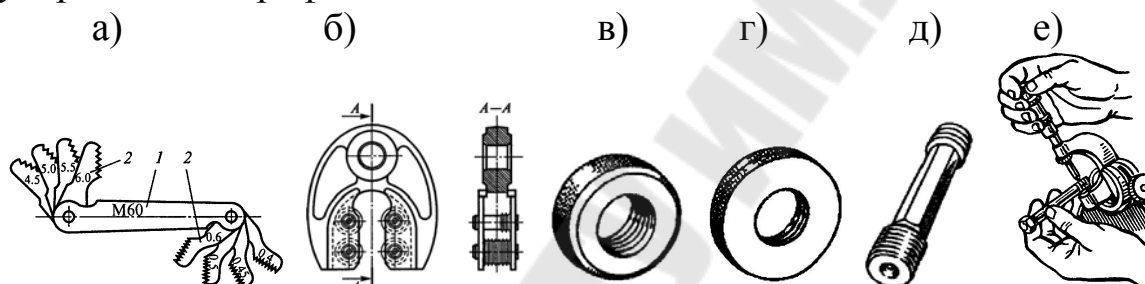


Рис. 1.16 – Инструмент для контроля резьбы:

а – резьбовой шаблон; б – предельная резьбовая роликовая скоба; в – проходное кольцо; г – непроходное кольцо; д – резьбовой калибр; е – измерение резьбовым микрометром

Для измерения наружного, среднего, внутреннего диаметров и шага резьбы применяют резьбовые микрометры (рис. 1.16, е). Резьбовой микрометр имеет комплекты сменных вставок, соответствующие измеряемым элементам резьбы. Для удобства измерений резьбовой микрометр закрепляют в стойке, а затем настраивают по шаблону или эталону.

## ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

### Основные правила безопасной работы на токарных станках

Во избежание получения травм и для создания безопасных условий труда токарь, кроме общих правил, должен соблюдать и специфические правила, которые обусловлены особенностями станков токарной группы.

Они заключаются в следующем:

1. Устанавливать и снимать патроны, планшайбы и другие приспособления следует при помощи грузоподъемного устройства, оснащенного специальным захватом.

Перед установкой приспособления шпиндель передней бабки очистить от загрязнений и тщательно протереть.

2. При использовании приспособлений, оснащенных пневматическими, гидравлическими или электромагнитными приводами, тщательно проверять состояние коммуникаций подачи воздуха и жидкости, а также электропроводку. Не допускать воздействия на них движущихся частей станка.

3. Не применять значительно изношенную технологическую оснастку (патроны, центры, переходные втулки и т.п.).

4. Для правильной установки резцов относительно оси центров и надежности их крепления в суппорте использовать мерные шлифованные прокладки, размеры которых соответствуют линейным размерам опорной части державки резцов.

5. Резцы следует закреплять с минимально возможным вылетом из резцедержателя (чтобы он не превышал более чем в 1,5 раза высоту державки резца) и не менее чем двумя болтами.

6. Не оставлять в задней бабке или револьверной головке инструменты, которые не используются при обработке данной заготовки.

7. При обработке пруткового материала его конец, выступающий с противоположного конца шпинделя, должен быть огражден на всю длину. Ограждение должно быть прочным и устойчивым. Длина прутка должна соответствовать паспортным данным станка.

8. Стремиться закреплять заготовку в станочном приспособлении по возможно большей ее длине. Выступающая часть заготовки должна иметь длину, не превышающую двух-трех диаметров, при большом вылете для ее подпора необходимо использовать заднюю бабку.

9. При обработке заготовок, закрепляемых в центрах, применять безопасные поводковые патроны. При обработке заготовок длиной более двенадцати диаметров, а также при скоростном или силовом точении заготовок длиной более восьми диаметров необходимо использовать люнеты.

10. При обработке вязких материалов, дающих сливную стружку, применять резцы с выкружками, стружкозавивателями или накладными стружколомателями, а также устройства для ее дробления.

11. Для обработки хрупких материалов, дающих отлетающую стружку, а также для дробления сливной стружки в процессе резания применять специальные стружкоотражатели, прозрачные экраны или средства индивидуальной защиты (очки, прозрачные щитки).

12. Удалять стружку со станка только специальным крючком, щеткой или скребком.

13. Следить за правильным подводом СОЖ в зону резания.

14. Применять правильные приемы работы:

- подводить режущий инструмент к вращающейся заготовке, а выключать ее вращение после отвода инструмента;
- не поддерживать отрезаемую часть заготовки рукой;
- при выполнении ручных операций (устранении биения заготовки, опиливании, полировании) отводить суппорт, заднюю бабку (револьверную головку) на безопасное расстояние;
- при опиливании и полировании стоять у станка под углом  $45^\circ$  к оси центров с разворотом вправо;
- при полировании использовать прижимные колодки.

15. Проверять уровень масла по контрольным глазкам в коробках скоростей, подач и в фартуке. Заливать масло во все масленки, где предусмотрена ручная смазка, в соответствии с паспортом станка.

Проверять состояние направляющих и, при необходимости, очищать их от загрязнений и смазывать.

16. Не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметы, не подтягивать на ходу болты, гайки и другие соединительные узлы станка.

17. Не тормозить вращающийся шпиндель нажимом руки на станочное приспособление или заготовку.

18. Измерять обрабатываемую деталь только после выключения фрикциона, отвода суппорта и задней бабки (револьверной головки) на безопасное расстояние.

19. Не облакачиваться на станок и не размещать заготовки, инструменты и другие предметы на направляющих станка.

Дополнительные требования к станкам токарной группы

1. Зону обработки в универсальных станках, предназначенных для обработки заготовок диаметром до 630 мм включительно, ограждают защитным устройством (экраном). Со стороны, противоположной рабочему месту, зону обработки также ограждают экраном.

В автоматах, полуавтоматах и станках с ЧПУ для обработки заготовок со скоростью резания более 5 м/с с внутренней стороны смотрового окна устанавливают решетку, изготовленную из стальных прутков диаметром не менее 5 мм. Диаметр вписанной в ячейку окружности не должен превышать 60 мм. В местах пересечения прутки соединяют сваркой.

Допускается изготавливать решетку в виде вертикально расположенных прутков диаметром не менее 6 мм и расстоянием между прутками не более 60 мм.

2. Зажимные патроны токарных и токарно-револьверных станков оснащают ограждениями, при необходимости легко отводимыми при установке и снятии заготовок и не ограничивающими технологических возможностей станков.

3. В универсальных токарных, токарно-револьверных и карусельных станках время торможения шпинделя после его выключения при всех частотах вращения не должно превышать, с:

- 5 - для токарных станков для обработки деталей диаметром до 500 мм;

- 10 - для токарных станков для обработки деталей диаметром до 630 мм;

- 10 - для карусельных станков для обработки деталей диаметром до 1000 мм.

В более крупных токарных и карусельных станках, по сравнению с вышеуказанными, время торможения не устанавливается.

У токарных станков при определении времени торможения шпинделя устанавливают зажимной патрон наибольшего диаметра, соответствующего частоте вращения, на которой производится проверка. Заготовку в зажимной патрон не устанавливают.

4. Усилие для перемещения задней бабки станка не должно превышать в момент трогания 320 Н (32 кгс). В случае необходимости приложения усилия, повышающего 320 Н (32 кгс),

предусматривают устройство, облегчающее перемещение бабки.

5. В токарных станках с механизированным перемещением пиноли задней бабки предусматривают устройство для регулирования и контроля осевого усилия прижима центра пиноли к заготовке.

6. Планшайбы в токарно-карусельных станках должны иметь ограждение, не затрудняющее обслуживание станка.

При расположении верхней плоскости планшайбы на высоте более 700 мм от плоскости пола она должна иметь сплошное, допускающее перемещения ограждение на 50 - 100 мм выше уровня плоскости планшайбы и дополнительные съемные щиты высотой 400 - 500 мм.

При расположении плоскости планшайбы на высоте до 700 мм от пола она должна иметь стационарное ограждение в виде обода. Верх его должен располагаться на уровне низа Т-образных пазов планшайбы на расстоянии не менее 100 мм от нее. На ограждении устанавливают съемные щитки Г-образной формы, горизонтальная полка которых доходит (с зазором) до периферии планшайбы, а вертикальная - до пола. При расположении нижней кромки периферии планшайбы выше 200 мм от пола Г-образные щитки могут не устанавливаться. Возможно применение ограждения (допустимо цепью) высотой 1000 мм и более, предусматривающее удобное перемещение (при загрузке и выгрузке заготовок) и надежное закрепление его во время работы станка.

7. Закрепляемые на планшайбах токарно-карусельных станков корпуса устройств, зажимающих обрабатываемую деталь, должны удерживаться на планшайбах, в основном, с помощью жестких упоров и дополнительно силой трения, создаваемой крепежными винтами.

8. В планшайбах карусельных станков предусматривают ограничительное устройство, не допускающее вылета зажимных устройств с вращающихся планшайб.

9. Прутковые токарные автоматы и прутковые револьверные станки должны иметь по всей длине прутков ограждения, снабженные шумопоглощающими устройствами. В случае применения ограждения в виде направляющих труб, вращающихся вместе с прутками, или в случае, когда прутки с задней стороны выступают за пределы ограждений, прутковый магазин должен иметь круговое ограждение по всей длине.

10. Расположенное снаружи станка устройство для подачи

прутков должно иметь ограждение, не затрудняющее доступ к механизмам подачи прутков.

11 Универсальные станки, в случаях выполнения на них прутковых работ, при технической необходимости оборудуют устройством, ограждающим пруток со стороны заднего конца шпинделя.

## СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и порядок выполнения работы.
3. Компонировка токарного станка и описание его основных узлов.
4. Эскиз детали (дается преподавателем).
5. Описание маршрута обработки детали и расчет режимов резания.
6. Наладка и настройка станка для обработки детали с поясняющими схемами закрепления заготовки и инструмента.
7. Применяемый инструмент для контроля обработанных поверхностей.
8. Заключение о годности детали.
9. Основные правила и безопасные методы производства работ на станке.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие операции можно выполнить на станках токарной группы?
2. Какие операции можно выполнить на станках токарной группы с учетом дополнительных специальных устройств?
3. Расскажите об основных видах токарной обработки.
4. Какой режущий инструмент применяют при обработке на токарных станках?
5. Как крепится режущий инструмент на токарно-винторезных станках?
6. Какие приспособления для крепления заготовок и инструментов применяются на токарных станках?
7. Какие резцы применяют для обработки наружных поверхностей?

8. Расскажите о способах протачивания канавок и отрезки заготовок.

9. Как устроен штангенциркуль, предельные скобы и как ими пользоваться?

11. Расскажите о способах обработки торцовых поверхностей.

12. Как измеряют уступы и канавки?

13. Расскажите о способах крепления сверл на токарно-винторезном станке.

14. Когда применяют рассверливание, зенкерование и развертывание отверстий? Как выполняют эти операции на токарных станках?

16. Какие резцы применяют для обработки глухих и сквозных отверстий на токарных станках?

17. Чем лимитированы режимы резания при растачивании?

18. Какие существуют методы обработки наружных конических поверхностей?

19. Расскажите, как обрабатывают центровые отверстия.

20. Как производят контроль конических поверхностей.

21. Назовите инструмент, применяемый при фасонной обработке.

22. Какими способами производят обработку фасонных поверхностей?

23. Назовите способы и инструмент для нарезания наружной и внутренней резьбы.

24. Как измеряют резьбы?

25. Что должен делать токарь, чтобы обеспечить безопасность труда?

26. Перечислите правила безопасности труда рабочего при обслуживании токарного станка.

27. Укажите дополнительные требования к станкам токарной группы.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Слушателям запрещается самостоятельно входить в станочный парк (производственное помещение, в котором размещено действующее оборудование).



2. Слушателям запрещается самостоятельно включать станок в электрическую сеть и производить любые виды работ при включенном станке.

3. Демонстрацию работы станка, а также обработку на нем заготовок имеет право производить только учебный мастер или преподаватель с соответствующей формой допуска.

4. В процессе выполнения работы учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязаны постоянно осуществлять контроль за действиями слушателей, находящихся в производственном помещении, особенно при выполнении ими этапов работы.

5. Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель обязаны проверить:

- наличие и надежность закрепления заземления;
- надежность закрепления инструмента и инструментальных блоков;
- надежность установки и крепления налаживаемых узлов и деталей;
- надежность закрепления заготовки.

6. Перед пуском станка должны быть установлены и закреплены все ограждающие и защитные устройства, а слушатели занять удобное для обзора и безопасное место.

7. При любой, даже непродолжительной остановке станка, производить полное его отключение от питающих сетей.

8. Запрещается производить измерение детали во время работы станка.

9. Запрещается опираться на оборудование и находится в зоне действия подвижных органов станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. – М.: Издательский центр «Академия». 2003. – 368 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя / А.М.Дальский, А.Г.Суслов, А.Г.Косилова и др.; Под. ред. А.М.Дальского. – М.: - Машиностроение, 2003. – т. 1. – 912 с., т.2.- 943 с.

3. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд. Перераб. И доп. М.: Машиностроение. 2007. – 430 с.

4. Фещенко В.Н. Токарная обработка: Учебник / Ф.Н.Фещенко, Р.Х.Махмутов. – 6-е изд., - М.: Высш. шк., 2005. – 303 с.

#### Лабораторная работа № 2

### «ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРЛИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, область применения и технологические возможности сверлильных станков для обработки поверхностей, а также основные правила и способы безопасного производства работ.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

1. Изучить способы закрепления заготовок и инструментов.
2. Изучить технологические возможности станка.
3. Изучить конструктивные элементы станка, обеспечивающие безопасность оборудования и организацию рабочего места станочника.
4. По заданному преподавателем чертежу детали разработать технологический процесс обработки на сверлильном станке, рассчитать режимы резания.
5. Произвести наладку и настройку станка на обработку детали; выполнить ее обработку.
6. Произвести измерение обработанных поверхностей детали и сделать заключение о ее годности.

#### МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

##### Виды сверлильных работ, оснастка и способы закрепления заготовки и инструмента

На сверлильных станках можно выполнять не только сверление, но и другие технологические операции дальнейшей обработки отверстий. На современных сверлильных станках осуществляют следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 2.1, а);
- рассверливание отверстий на больший диаметр (рис. 2.1, б);

- зенкерование, выполняемое для получения отверстия с высокими квалитетом и параметром шероховатости поверхности (рис. 2.1, в);

- зенкование, выполняемое для образования в основании просверленного отверстия гнезд с плоским дном под головки болтов и винтов (рис. 2.1, г);

- развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности (рис. 2.1, д);

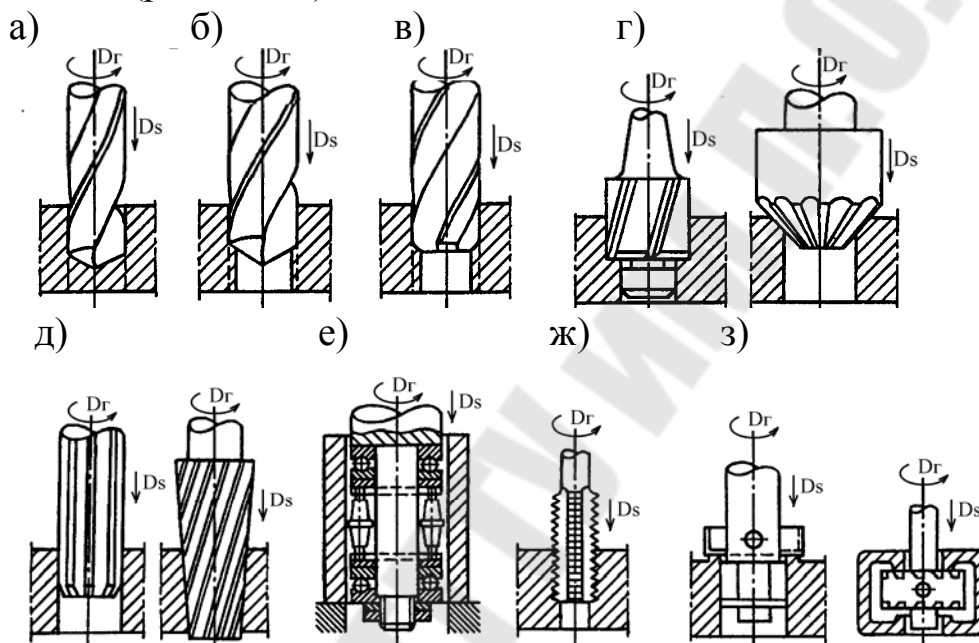


Рис. 2.1 – Работы, выполняемые на сверлильных станках: а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование; г – зенкование; д – развертывание; е – раскатывание; ж – нарезание внутренней резьбы; з – цекование (подрезание) торцов

- раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закаленными роликами или шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости  $Ra$  0,63...0,08 мкм (рис. 2.1, е);

- нарезание внутренних резьб метчиками (рис. 2.1, ж);

- цекование (подрезание) торцов наружных и внутренних приливов для получения ровной поверхности, перпендикулярной к оси отверстия (рис. 2.1, з).

Отверстия на сверлильных станках обрабатывают различными режущими инструментами: сверлами, зенкерами, зенковками, развертками, резцами и метчиками (рис.2.2).

Сверла (рис. 2.2, а) предназначены для сверления сквозных или глухих отверстий в деталях, обрабатываемых на сверлильных, токарных и др. станках. Сверление отверстий без дальнейшей их обработки проводят тогда, когда точность размеров лежит в пределах 12...14 квалитетов.

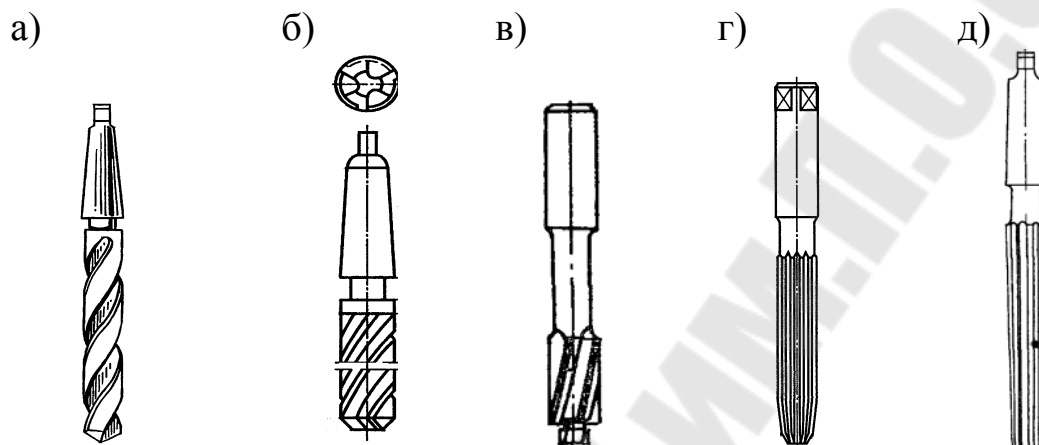


Рис. 2.2 – Примеры инструментов, применяемые на сверлильных станках:

а – сверло спиральное с коническим хвостовиком; б – зенкер; в – зенковка с постоянной направляющей цапфой и цилиндрическим хвостовиком; г – развертка цилиндрическая; д - развертка коническая

Зенкеры (рис.2.2, б) предназначены для обработки литых, штампованных отверстий и предварительно просверленных цилиндрических отверстий с целью улучшения чистоты поверхности и повышения их точности или для подготовки их к дальнейшему развертыванию. Их применяют для окончательной обработки отверстий с допуском по 9...11 квалитетам и обеспечивают параметр шероховатости  $R_z$  20...40 мкм.

Зенковки (рис.2.2,в) – многозубый инструмент для образования переходных участков от отверстий к торцам.

Развертка (рис. 2.2,г, д) предназначена для предварительной и окончательной обработки отверстий с точностью, соответствующей 6...8 квалитетам и шероховатостью поверхности  $R_a$  2,5...0,32 мкм.

Для крепления сверл, разверток, зенкеров и других режущих инструментов в шпинделе сверлильного станка применяют следующие вспомогательные инструменты:

- переходные сверлильные втулки,
- сверлильные патроны, оправки и т.д.

Переходные конические втулки (рис. 2.3, б) служат для крепления режущего инструмента с коническим хвостовиком, когда номер конуса хвостовика инструмента не соответствует номеру конуса в шпинделе станка, например на токарно-винторезных станках.

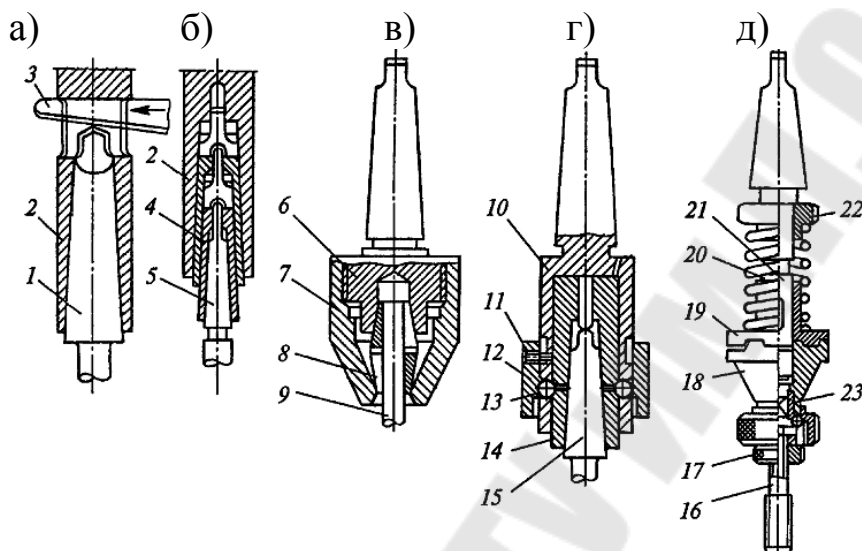


Рис. 2.3 – Устройства для закрепления осевого инструмент на сверлильных станках:

а – с большим коническим хвостовиком; б – с малым коническим хвостовиком; в – с цилиндрическим хвостовиком; г – быстросменный патрон; д – реверсивный патрон

Сверлильные патроны используют для крепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром до 20 мм.

Инструмент с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в самоцентрирующем кулачковом или цанговом патроне (рис. 3, в). При последовательной обработке отверстия несколькими инструментами (сверло, зенкер, развертка) используют быстросменные патроны (рис. 2.3, г), которые сокращают вспомогательное время при работе на сверлильных станках. При нарезании резьбы в глухих отверстиях применяют предохранительные патроны, а также реверсивные патроны для вывинчивания метчиков из резьбового отверстия обратным вращением (рис. 2.3, д).

Удалять режущий инструмент, переходные втулки и сверлильные патроны из отверстия шпинделя станка рекомендуется с помощью специальных клиньев (рис. 2.3,а) или эксцентрикового ключа.

Для правильной установки и закрепления обрабатываемых заготовок на столе сверлильного станка применяют различные приспособления, из которых наиболее распространенными являются тиски машинные (винтовые, эксцентриковые и пневматические), призмы, упоры, угольники, кондукторы, специальные приспособления (рис. 2.4 и 2.5) и др.

При непосредственном закреплении заготовки на столе станка (рис.2.4,а) винт 1 устанавливается в Т-образный паз стола своей головкой. Стрежень винта проходит либо через установочное отверстие в детали, либо через пазовое отверстие в детали 3. Зажим производится гайкой 4.

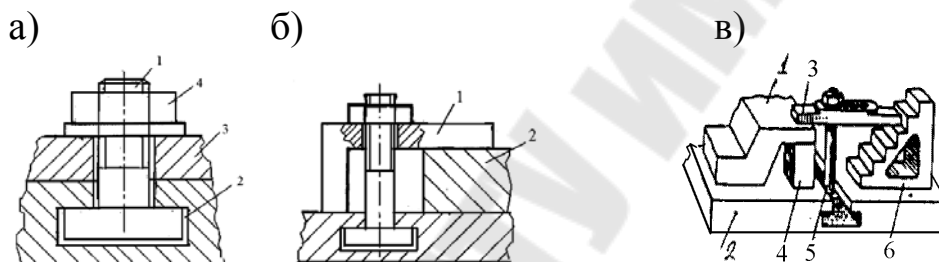


Рис. 2.4 – Схемы закрепления заготовок на столе сверлильного станка

Винтовой зажим с применением угольного прихвата 1 (рис.2.4,б) обеспечивает закрепление заготовки 2 с торцовых поверхностей.

Общепринятой схемой закрепления является схема, представленная на рис.4, в. Заготовку 1, установленную на столе 2 с применением поддерживающей планки 4 закрепляют с помощью прихвата 3. Свободная сторона прихвата устанавливается на ступенчатый угольник 6. Непосредственный зажим заготовки обеспечивается винтом 5, который устанавливается в Т-образный паз станка.

Винтовые машинные тиски широко используют в единичном производстве, а пневматические - применяют чаще всего в серийном и массовом производствах при работе на станках различных групп.

Быстродействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом (рис. 2.5, а) используют при работе на сверлильных станках. Они обеспечивают быстрый зажим заготовок. губки 5 рычага и

кулачка 8. Для зажима обрабатываемой заготовки рукоятку 6 нужно перевести в горизонтальное положение.

Для закрепления заготовок и обеспечения правильного положения инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия на сверлильных станках используют специальные приспособления - кондукторы.

Существуют два вида накладных кондукторов: закрепляемые и незакрепляемые. На рис. 2.5, б представлена схема незакрепляемого накладного кондуктора для сверления четырех отверстий 6. Обрабатываемая заготовка устанавливается базовой поверхностью на поверхности приспособления 5 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. После закрепления в таком положении на заготовку накладывают кондукторную плиту 4. Два фиксирующих пальца 1 и 2 обеспечивают правильное положение направляющих втулок 3 относительно осей отверстий.

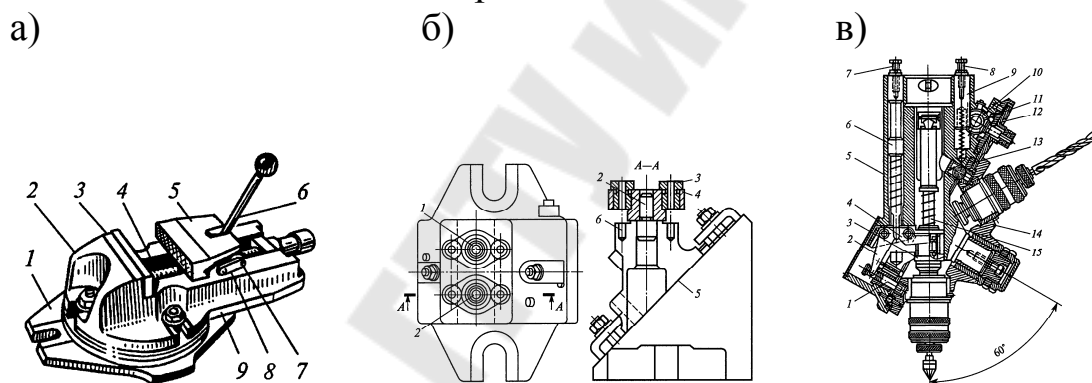


Рис. 2.5 – Приспособления для закрепления заготовок:  
 а - быстродействующие машинные тиски; б – незакрепляемый накладной кондуктор; в – шестишпindelная револьверная головка

Многошпindelные сверлильные головки (рис. 2.5, в) являются дополнительным приспособлением к сверлильному станку. Эти головки позволяют одновременно обрабатывать несколько отверстий различными инструментами, что значительно увеличивает производительность сверлильных станков.

Для контроля диаметров и глубины отверстий, а также других размеров обрабатываемых заготовок на сверлильных станках используется следующий измерительный инструмент: измерительную линейку, нутромер, угольники, штангенциркуль, калибры гладкие и резьбовые, штангенглубиномер и др. инструменты, которые

выбирают в зависимости от требуемой точности измеряемого размера и характера производства.

Рассмотрим некоторые из них.

Измерительная линейка представляет собой жесткую стальную ленту длиной от 150 до 1000 мм и более с нанесенными на нее делениями через 1 мм и используется для приближенных измерений габаритных размеров обрабатываемых заготовок, расстояний между центрами отверстий, диаметров отверстий и т.д. Точность измерения линейкой - 0,5 мм.

Индикаторный нутромер (рис. 2.6. а) применяют для измерения точных отверстий диаметром от 6 мм и более. Погрешность показаний нутромера  $\pm 0,15$  мм; цена деления – 0,01 мм. В комплект нутромеров входит набор сменных вставок, с помощью которых устанавливают нужные пределы измерения.

Для проверки точных отверстий применяют микрометрические нутромеры с ценой деления 0,01 мм и погрешностью показаний  $\pm 0,006$  мм (рис. 2.6, б).

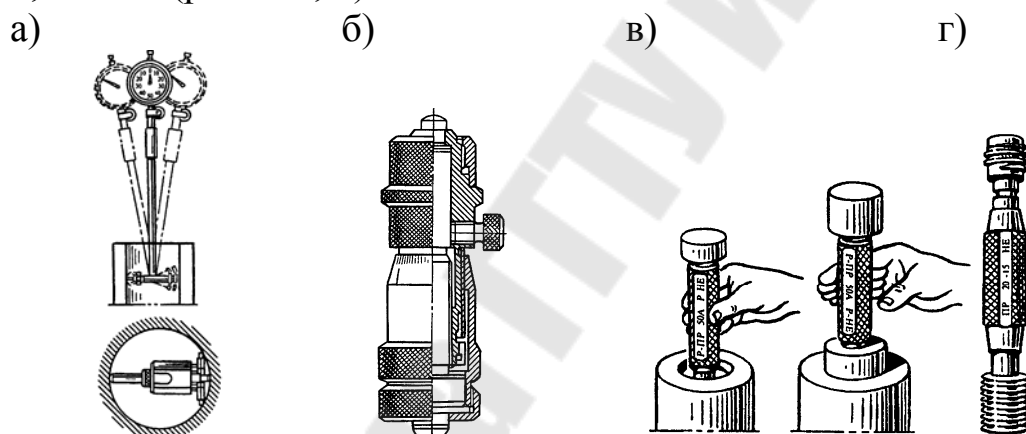


Рис. 2.6 – Контрольно-измерительные инструменты для отверстий:  
а – нутромер индикаторный; б – нутромер микрометрический; в –  
гладкий предельный калибр-пробка; г – резьбовой двухсторонний  
калибр-пробка

Гладкие калибры — бесшкальные контрольные инструменты - используют главным образом в серийном или массовом производстве для контроля правильности изготовления отверстий.

В настоящее время применяют в основном предельные двусторонние калибры, у которых одна сторона имеет наибольшие предельные размеры детали и называется проходной (ПР), а вторая — наименьшие предельные размеры и называется непроходной (НЕ). К предельным гладким калибрам относятся гладкие пробки (рис. 2.6, в).



Изделия, имеющие внутренние резьбы, контролируют резьбовыми калибрами - прототипами сопрягаемых изделий. Рабочими калибрами для контроля внутренних резьб являются резьбовые пробки: проходная ПР и непроходная НЕ (рис. 2.6, г).

### Технология сверления и рассверливания отверстий

В зависимости от требуемого качества и числа обрабатываемых заготовок сверление отверстий производят по разметке или кондуктору.

Сверление по разметке применяют в единичном и мелкосерийном производствах, когда изготовление кондукторов экономически неоправданно из-за небольшого числа обрабатываемых деталей.

Для направления режущего инструмента и фиксирования заготовки соответственно требованиям технологического процесса применяют различные кондукторы (рис. 2.7, а, б). Постоянные установочные базы приспособления и кондукторные втулки, обеспечивающие направление сверлу, повышают точность обработки. Существуют постоянные (рис. 2.7, а) втулки (применяются в кондукторах для мелкосерийного производства при обработке отверстия одним инструментом) и быстросменные (рис. 2.7, б) с замком (для кондукторов массового и крупносерийного производства).

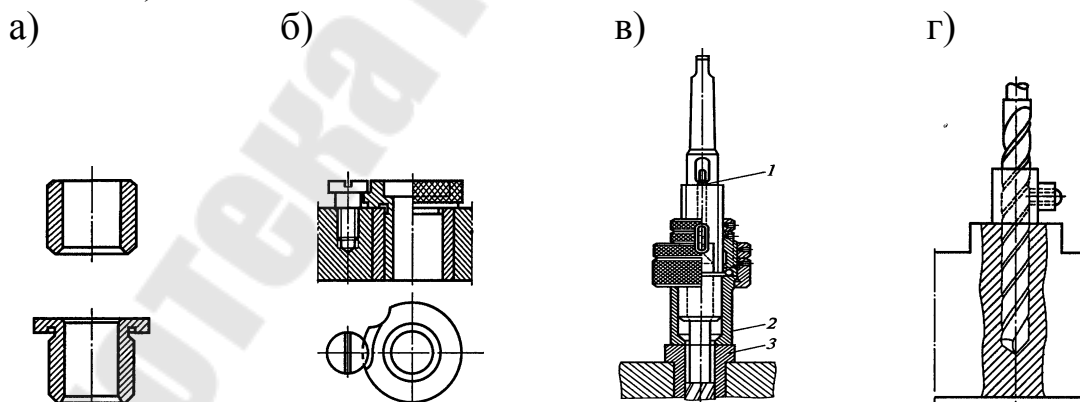


Рис. 2.7 – Кондукторные втулки (а – постоянные; б - быстросменные) и приспособления для ограничения движения подачи шпинделя (в – патрон с регулируемым упором; г – упорное кольцо)

Особенности сверления глухих отверстий.

Если станок, на котором сверлят глухое отверстие, имеет какое-либо устройство для автоматического выключения скорости подачи шпинделя при достижении сверлом заданной глубины (отсчетные линейки, лимбы, жесткие упоры, автоматические остановы и пр.), то при настройке на выполнение данной операции необходимо его отрегулировать на заданную глубину сверления.

Если станок не имеет таких устройств, то для определения достигнутой глубины сверления можно использовать специальный патрон (рис. 2.7, в) с регулируемым упором. Упорную втулку 2 патрона можно перемещать и устанавливать относительно корпуса 1 со сверлом на заданную глубину обработки. Шпиндель станка перемещается вниз до упора торца втулки 2 в торец кондукторной втулки 3 (при сверлении по кондуктору) или поверхность заготовки. Такой патрон обеспечивает точность глубины отверстия в пределах 0.1...0.5 мм.

Если не требуется большая точность глубины сверления и нет указанного патрона, то можно использовать упор в виде втулки, закрепленный на сверле (рис. 2.7, г), или на сверле отметить мелом глубину отверстия. В последнем случае шпиндель подают до тех пор, пока сверло не углубится в заготовку до отметки.

Глубину сверления глухого отверстия периодически проверяют глубиномером, но этот способ требует дополнительных затрат времени, так как приходится выводить сверло из отверстия, удалять стружку и после измерения вновь вводить его в отверстие.

Рассверливание отверстий (см. рис.2.1, б). Отверстия диаметром более 25 мм обычно сверлят за два перехода: вначале сверлом меньшего диаметра, а затем - большего диаметра.

#### Технология зенкерования, цекования, зенкования и развертывания

На сверлильных станках, кроме сверления и рассверливания отверстий, можно выполнять операции зенкерования, цекования, зенкования и развертывания.

Зенкерование (см. рис. 2.1, в) обеспечивает точность отверстия 9... 11-го квалитетов и шероховатость поверхности Rz 10... 40 мкм, ликвидирует овальность, конусность и другие дефекты. Так как у зенкеров в отличие от сверл не две, а три или четыре режущие

кромки, нет перемычки и направление благодаря большей жесткости лучше, чем у сверла, подачи при зенкерованием в несколько раз больше, чем при сверлении, поэтому рекомендуется (по возможности) рассверливание отверстий заменять зенкерованием.

Зенкерование торцовых поверхностей (см. рис. 2.1, з) - цекование - бобышек, приливов, упорных колец осуществляют зенкерами-подрезками (цековками), имеющими зубья на торце. Торцовые зенкеры имеют направляющую цапфу.

Зенкование цилиндрических или конических углублений (см. рис. 2.1, г) под цилиндрические или конические головки винтов и болтов производят с помощью цилиндрических или конических зенкеров, называемых зенковками.

Развертывание выполняют разверткой после сверления или зенкерования. Оно является завершающей операцией обработки отверстий, обеспечивающей высокую точность по диаметру (6... 8-й квалитеты) и наименьшую шероховатость обработанной поверхности. При развертывании срезается незначительный слой металла одновременно несколькими зубьями развертки.

Размер сверла или зенкера, которыми отверстие обрабатывалось перед развертыванием, выбирают с таким расчетом, чтобы на черновое развертывание оставался припуск 0,25... 0,50 мм, а на чистовое - 0,05...0,015 мм.

### Технология нарезания внутренней резьбы

Для нарезания внутренних резьб метчиками необходимо иметь предварительно подготовленное отверстие.

Если отверстия в заготовках получают литьем или штамповкой, то нарезание резьбы происходит в тяжелых условиях, так как невозможно обеспечить размеры допусков в пределах, необходимых для нарезания внутренних резьб. Исключение составляют отверстия в заготовках, полученных литьем под давлением или литьем по выплавляемым моделям.

Наиболее благоприятные условия для нарезания резьбы метчиком создаются при подготовке отверстия сверлением или зенкерованием. При нарезании резьбы материал детали частично выдавливается метчиком и внутренний диаметр резьбы получается больше диаметра отверстия, полученного при сверлении. При подготовке сверлением отверстий под нарезание резьбы метчиками

необходимо диаметры сверл подбирать согласно ГОСТ 19257—73. Если диаметр отверстия, просверленного под резьбу, будет меньше рекомендуемого ГОСТом, нагрузка на метчик резко возрастет, резьба получится рваной, может заклинить и сломать метчик. Если диаметр просверленного отверстия окажется больше рекомендуемого, то резьба будет иметь неполный профиль.

### Требования охраны труда Основные правила безопасной работы на сверлильных станках

Если при работе на сверлильных станках не уделять необходимого внимания вопросам безопасности, то могут иметь место производственные травмы. К основным причинам производственных травм следует отнести несоблюдение техники безопасности при обслуживании станка и работе с режущим инструментом, установке заготовок, пользовании приспособлением и электрическим приводом, незнание правильных приемов работы на станке. При работе на станке следует особое внимание уделять отлетающей стружке, обращению с деталями, заготовками и другими предметами.

Обслуживание станка. В случае заедания инструмента в заготовке или при проворачивании ее на столе вместе с инструментом немедленно остановить станок.

При перемещении шпиндельной бабки по траверсе радиально-сверлильного станка сильно не разгонять ее.

Не наклоняться близко к вращающемуся шпинделю для наблюдения за ходом обработки.

По возможности не применять при работе патроны и приспособления с выступающими частями. Если они есть, то необходимо их оградить.

После снятия со станка обработанной детали или приспособления вынуть все болты из пазов стола и убрать их в установленное место.

При снятии инструмента выбивать его только клином, специально предназначенным для этой цели и соответствующим по размерам конусу. Для выбивания применять латунные, медные или незакаленные стальные молотки, чтобы предотвратить образование осколков, которые могут нанести травму рабочему.

Обеспечить устойчивое положение и правильную укладку деталей на рабочем месте. Высота штабелей мелких деталей должна быть не более 0,5 м, средних - 1 м, крупных - 1,5 м.

При транспортировании заготовок и обработанных деталей стропы следует размещать с учетом положения центра тяжести заготовок.

При пользовании стропом проверить дату (она указана на кольце, находящемся на одном из его концов), до которой гарантируется его прочность. Запрещается использовать для транспортирования поврежденные стропы, а также проволоку или веревки.

Удалять стружку из обрабатываемого отверстия только после остановки шпинделя и отвода инструмента. Для освобождения станка и рабочего места от стружки следует использовать специальные захваты. Для удаления мелкой стружки из глухих отверстий и полых заготовок стальных и чугунных деталей применять специальные магнитные стружкоудаляющие устройства. Запрещается использование сжатого воздуха для выдувания стружки.

После настройки радиально-сверлильного станка надежно зафиксировать его траверсу в требуемом положении.

Установка и смена инструмента. Установку инструментов производить при полном останове станка, остерегаясь порезов рук о режущие кромки. Следить за надежностью и прочностью его крепления, а также за центрированием. Смену инструмента без останова станка производить только при наличии специального быстросменного патрона.

Жестко и прочно закрепить режущий и вспомогательный инструменты. Следить за тем, чтобы хвостовики инструментов и оправок были тщательно пригнаны к конусу шпинделя. Перед установкой инструмента осмотреть и протереть посадочные поверхности. Забоины на этих поверхностях не допускаются.

При закреплении в сверлильном патроне инструмента конец его хвостовика должен упираться в дно гнезда патрона.

При нарезании резьб метчиками, особенно в глухих отверстиях, необходимо закрепить инструмент в предохранительном патроне.

Установка заготовок и зажимных приспособлений. Перед установкой заготовки на станок проверить состояние базовых поверхностей. Надежно закрепить заготовку на станке независимо от

ее габаритного размера и массы, при закреплении использовать только исправный инструмент.

При установке заготовки на набор мерных подкладок использовать возможно меньшее их число.

Крепление заготовки производить в местах, имеющих сплошные опоры; такое крепление исключает возможность деформации и срыва заготовки в процессе обработки.

В качестве крепежных элементов необходимо применять высокие гайки, опорная поверхность которых закалена. Гайки со смятыми поверхностями не применять.

Приемы работы на сверлильном станке. При работе на станке необходимо обязательно пользоваться спецодеждой и спецобувью, проверять ее состояние, исключая возможность захвата вращающимся инструментом. Порванная, не застегнутая на все пуговицы одежда, не убранные под головной убор волосы, выпущенные наружу концы женских косынок, платков, галстуков служат причиной захвата сверловщика вращающимися частями станка или инструмента.

Ограждения, блокировки и заземление всегда должны быть в исправном состоянии в соответствии с действующими правилами.

Необходимо следить за наличием и исправностью защитных ограждений, удобных при эксплуатации станка.

Перед остановом станка обязательно отвести инструмент от обрабатываемой детали.

При затуплении инструмента, его поломке, а также при выкрашивании кромок у твердосплавных режущих пластин остановить станок и заменить инструмент.

При сверлении отверстий подачу врезания осуществлять вручную, а механическую подачу включать после полного входа в материал режущих кромок сверла.

Сверление глубоких отверстий выполнять в два приема: сначала отверстие сверлить на глубину, равную 5 ...6 диаметрам, обычным сверлом, затем на заданную глубину - удлиненным сверлом.

При обработке глубоких отверстий периодически выводить режущий инструмент из отверстия, очищать его кисточкой или щеткой от стружки и производить подачу СОЖ.

При сверлении полых заготовок или заготовок, у которых поверхность на выходе сверла расположена под углом к оси его вращения, применять автоматическую подачу и использовать

фигурные подкладки. При обработке отверстий в тонких пластинах и полосах закреплять их в специальных приспособлениях.

При обработке бронзы, латуни, чугуна, различных сплавов и стали образующих элементную отлетающую стружку и пыль, а также хрупких металлов и неметаллических материалов, загрязняющих воздух рабочей зоны пылью обрабатываемого материала (особенно такими вредными веществами как свинец, бериллий, асбест и др) обязательно следует надевать очки и устанавливать специальные пневматические стружкоприемники, соединяемые с отсасывающими устройствами.

Травмы могут возникнуть и при падении человека на поврежденном или загрязненном эмульсией, маслом или стружкой полу, при столкновении людей или наезде транспортных средств в механических цехах машиностроительных заводов. Поэтому сверловщик должен быть внимательным при работе на станке и во время перемещения по цеху.

#### Дополнительные требования к сверлильным станкам

1. Время до останова шпинделя в станках мощностью главного привода до 4 кВт и частотой вращения шпинделя до 3000 мин<sup>-1</sup> (об/мин), а также в станках мощностью главного привода более 4 кВт и частотой вращения шпинделя до 2000 мин<sup>-1</sup> (об/мин) не должна превышать 5 с.

В станках, не указанных выше, время торможения шпинделя после его выключения не регламентируется.

2. В станках с программным управлением, кроме станков, имеющих револьверные головки, инструмент в шпинделе должен закрепляться механизированно.

3. В сверлильных станках, установленных на общей станине, имеющих индивидуальные приводы шпинделей и общий вводный выключатель, должны быть предусмотрены аварийные выключатели для одновременного выключения всех станков с любого рабочего места.

4. Устройство, имеющее противовес или пружину для возврата шпинделя станка в исходное положение, должно обеспечивать надежное его перемещение на всей длине хода.

5. Конструкция столов станков должна обеспечивать надежное закрепление на них изделий и приспособлений.

## СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и порядок выполнения работы.
3. Компоновка вертикально-сверлильного станка и описание его основных узлов.
4. Эскиз детали (задается преподавателем).
5. Описание маршрута обработки детали и расчет режимов резания.
6. Наладка и настройка станка для обработки детали с поясняющими схемами закрепления заготовки и инструмента.
7. Применяемый инструмент для контроля обработанных поверхностей.
8. Заключение о годности детали.
9. Основные правила и безопасные методы производства работ на станке.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие операции можно выполнить на вертикально и радиально сверлильных станках?
2. Укажите технологические особенности обработки отверстий на радиально-сверлильных станках.
3. Укажите основные типы вертикально и горизонтально-сверлильных станков.
4. Укажите основные типы радиально-сверлильных станков и их назначение.
5. Какие виды работ выполняют на сверлильных станках?
6. Перечислите основные инструменты, применяемые на сверлильном станке.
7. Какие приспособления применяют при обработке на сверлильных станках?
8. Какие инструменты применяют для контроля диаметров отверстий?
13. В каких случаях применяют гладкие резьбовые калибры-пробки? Как ими пользуются?
9. Назовите, какие основные технологические операции выполняются на сверлильных станках.
10. Какие режущие инструменты используются при обработке отверстий на сверлильных станках?



11. Какой инструмент используют для нарезания резьбы в отверстиях на сверлильных станках?
12. Расскажите об особенностях использования развертки на сверлильном станке
13. Перечислите основные правила выполнения операций сверления на сверлильных станках.
14. Как производится сверление с использованием кондуктора?
15. Какие особенности сверления сквозных и глухих отверстий на сверлильных станках вы знаете?
16. Какие особенности нарезания резьбы в глухих отверстиях вы знаете?
17. Расскажите об особенностях нарезания внутренней резьбы на сверлильных станках в зависимости от обрабатываемого материала.
28. Какие основные правила безопасности труда должен знать каждый сверловщик?
19. Какие травмы может причинить человеку сливная и отлетающая стружка?
20. Укажите дополнительные требования к сверлильным станкам.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Слушателям запрещается самостоятельно входит в станочный парк (производственное помещение, в котором размещено действующее оборудование).
2. Слушателям запрещается самостоятельно включать станок в электрическую сеть и производить любые виды работ при включенном станке.
3. Демонстрацию работы станка, а также обработку на нем заготовок имеет право производить только учебный мастер или преподаватель с соответствующей формой допуска.
4. В процессе выполнения работы учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязаны постоянно осуществлять контроль за действиями слушателей,

находящихся в производственном помещении, особенно при выполнении ими этапов работы.

5. Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель обязаны проверить:

- наличие и надежность закрепления заземления;
- надежность закрепления инструмента и инструментальных блоков;
- надежность установки и крепления настраиваемых узлов и деталей;
- надежность закрепления заготовки.

6. Перед пуском станка должны быть установлены и закреплены все ограждающие и защитные устройства, а слушатели занять удобное для обзора и безопасное место.

7. При любой, даже непродолжительной остановке станка, производить полное его отключение от питающих сетей.

8. Запрещается производить измерение детали во время работы станка.

9. Запрещается опираться на оборудование и находится в зоне действия подвижных органов станка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Винников И.З. Сверлильные станки и работа на них: Учеб. для СПТУ. – 5-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1988. – 256 с.

2. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд. Перераб. и доп., М.: Машиностроение. 2007. – 430 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя / А.М.Дальский, А.Г.Суслов, А.Г.Косилова и др.; Под. ред. А.М.Дальского. – М.: - Машиностроение, 2003. – т. 1. – 912 с., т.2.- 943 с.

4. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. – М.: Издательский центр «Академия». 2003. – 368 с.

## Лабораторная работа № 3 «ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ШЛИФОВАНИЕМ И БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, область применения и технологические возможности шлифовальных станков, а также основные правила и способы безопасного производства работ.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

1. Изучить способы закрепления заготовок и инструментов.
2. Изучить технологические возможности станка при обработке различных поверхностей.
3. Изучить конструктивные элементы станка, обеспечивающие безопасность оборудования и организацию рабочего места станочника.
4. По заданному преподавателем чертежу детали разработать технологический процесс обработки на шлифовальном станке, рассчитать режимы резания.
5. Произвести наладку и настройку станка на обработку детали; выполнить ее обработку.
6. Произвести измерение обработанных поверхностей детали и сделать заключение о ее годности.

### МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

#### Инструмент, применяемый при шлифовании

Обычно на шлифование детали подают после предварительной черновой обработки, и термических операций; шлифование может быть и единственным методом обработки. Шлифованием обеспечивают шероховатость обрабатываемой поверхности  $Ra$  1,25...0,02 мкм.

Основными абразивными инструментами, применяемыми на шлифовальных станках являются шлифовальные круги, которые характеризуются маркой, твердостью и зернистостью абразивного материала, материалом связки. Представленные на рис. 3.1. шлифовальные круги имеют следующее применение: круги типа ПП – шлифование круглое наружное, внутреннее, плоское периферией круга, обдирочное, зачистные работы; круги типа ПВД – круглое, плоское шлифование, ведущие круги для бесцентрового шлифования;

круги типа ЗП – заточка пил; круги типа ЧЦ – заточка режущего инструмента, плоское шлифование торцом круга, шлифование направляющих станин станков.

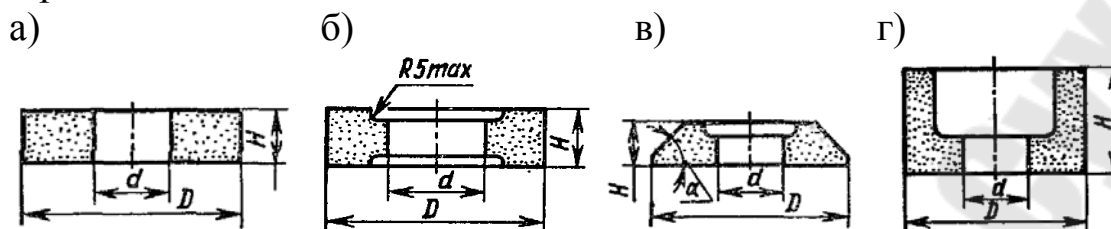


Рис. 3.1 – Примеры шлифовальных кругов, применяемые на шлифовальных станках:

а – круг прямого профиля типа ПП; б – круг с двухсторонней выточкой типа ПВД; в – круг с коническим профилем типа ЗП; г – круг чашечный цилиндрический типа ЧЦ

#### Технология обработки заготовок на плоскошлифовальных станках, оснастка и контроль деталей

По принципу работы плоскошлифовальные станки подразделяют для шлифования периферией и торцом круга. Станки, работающие периферией круга, более универсальны. Они обрабатывают плоские и фасонные поверхности, прямобочные и профильные канавки, тонкостенные детали и трудношлифуемые материалы, склонные к прижогам. Поэтому способ шлифования периферией круга применяют в единичном и мелкосерийном производстве, при которых применяют универсальные наладки.

Шлифование торцом круга применяется в основном в массовом и серийном производстве.

В зависимости от того, какой поверхностью круга производится резание, различают два метода плоского шлифования: периферией круга и торцом круга. При шлифовании двух строго параллельных плоскостей, положение которых не связано допусками с другими поверхностями детали или эти допуски обеспечены на предшествующих операциях, применяется метод двустороннего шлифования одновременно двумя кругами, являющийся разновидностью метода шлифования торцом круга.

При шлифовании периферией круга может быть достигнута точность обработки до 0,005 мм на 500 мм длины (на точных станках)

и шероховатость поверхности  $Ra = 0,08 \dots 0,32$  мкм (при тонком шлифовании).

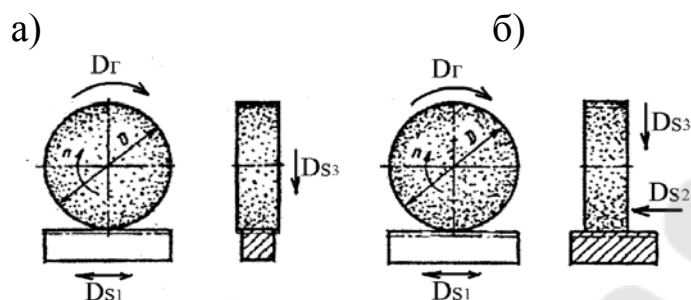


Рис. 3.2 – Схемы обработки на плоскошлифовальном станке периферией круга

В качестве примера, на рис. 4 представлены схемы шлифования периферией круга, применяемые на плоскошлифовальном станке с прямоугольным столом и горизонтальным расположением шпинделя:

- с прямолинейной продольной подачей: многопроходное с малой глубиной (рис.3.2,а). Эта схема применяется в основном для черновой и чистовой обработки деталей относительно малой ширины ( $B < H$ ): шпонок, линеек, клиньев, шлицевых валов, измерительных плиток, деталей с буртами;

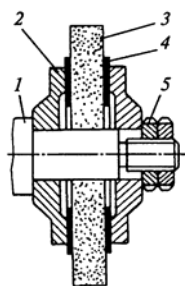
- с прямолинейной продольной и поперечной подачами с малой глубиной (рис.3.2, б). Схема применима для черновой и чистовой обработки деталей относительно большой ширины ( $B > H$ ), а также комплектов деталей (разметочные плиты, плоскости разъема корпусных деталей и др.).

Шлифование торцом круга характеризуется относительно большой величиной дуги контакта и поверхности соприкосновения круга с деталью, что делает этот способ высокопроизводительным.

При шлифовании торцом круга обеспечивается точность порядка 0,02 мм (для станков с круглым столом) и 0,015 мм на 1000 мм длины (для станков с прямоугольным столом), шероховатость поверхности достигается до  $Ra = 0,08$  мкм .

Устройства для установки и закрепления шлифовальных кругов. Шлифовальные круги 3 (рис. 3, а) диаметром 30... 100 мм свободно надевают на шпиндель 1 станка и закрепляют при помощи фланцев 2 и гаек 5. Фланцы обязательно должны иметь выточки и упругие прокладки 4 из кожи или резины для обеспечения равномерности зажима круга.

а)



б)

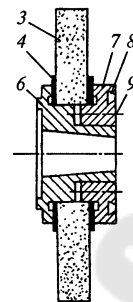


Рис. 3.3 – Устройства для установки и крепления шлифовальных кругов:

1 – шпиндель; 2 – фланцы; 3 – шлифовальные круги; 4 – прокладки; 5 – гайки; 6, 7 – переходные фланцы; 8 – кольцевой паз; 9 – винты

Шлифовальные круги 3 диаметром свыше 100 мм закрепляют на переходных фланцах 6 и 7 (рис. 3.3, б) при свободной посадке круга на шейку фланцев. Между торцами фланцев и круга устанавливают картонные прокладки 4. Оба фланца соединяют винтами 9. В кольцевом пазу 8 фланца 7 размещают балансировочные грузики.

Устройства для установки и закрепления заготовок. Электромагнитная плита (рис. 3.4) состоит из стального литого или сварного корпуса 7, в котором закреплены сердечники 5 с немагнитными прослойками 2 между ними. На нижнюю часть сердечников надеты катушки 4 из медного эмалированного провода, к которым подается постоянный ток. Снизу к корпусу привинчена крышка 5. Включение плиты в работу производят рукояткой 3. Свободное пространство в корпусе заливают эпоксидной смолой для герметизации (предохранения от попадания СОЖ). Плиту закрепляют в Т-образных пазах стола и шлифуют рабочую поверхность стола для обеспечения параллельности плоскости зеркала плиты по отношению к направлению поперечной подачи.

На рис. 4, б представлен общий вид магнитной плиты. Верхняя часть сделана из железных пластин 1 и 2 с немагнитными прослойками 3 между ними. Сильные постоянные магниты 5 можно перемещать, попеременно замыкая их на железные пластины и на закрепляемую заготовку. На рис.3.4, г показано положение магнитов при закреплении деталей 4, а на рис. 3.4, д – во время снятия или установки деталей. Переключение магнитов производится при помощи рукоятки. Нижняя часть плиты закрепляется на столе станка.

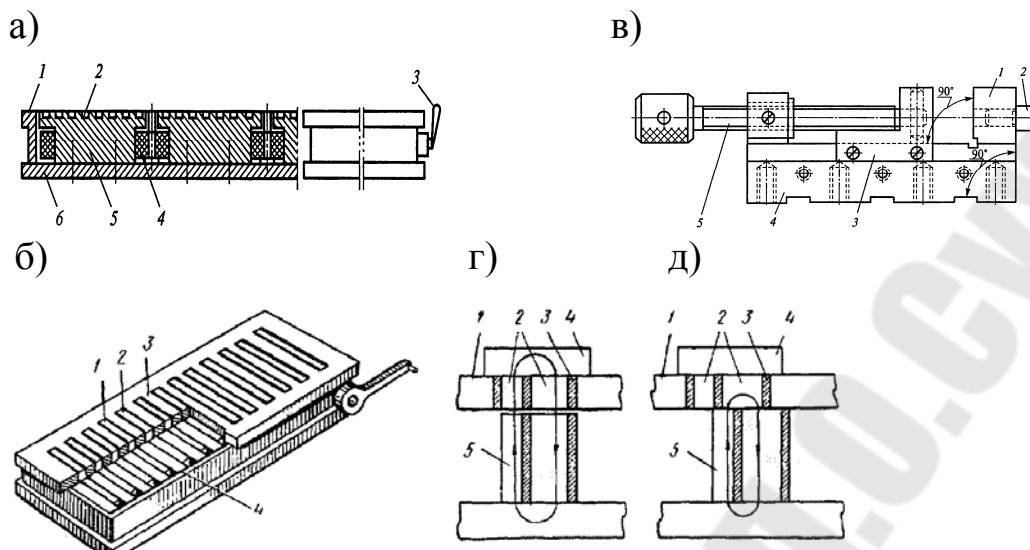


Рис. 3.4 – Устройства для закрепления шлифуемых заготовок:  
 а – электромагнитная плита; б – магнитная плита с постоянными магнитами и схема ее работы (г, д); в – лекальные тиски

Кроме магнитных и электромагнитных плит для закрепления шлифуемых заготовок находят применение лекальные тиски, универсальные прижимы, установочные планки, плиты и т.п.

Лекальные тиски (рис. 3.4, в) отличаются от обычных машинных тисков точностью изготовления и возможностью кантования. Боковые поверхности лекальных тисков изготавливают параллельно одна другой и перпендикулярно основанию. Для закрепления тисков предусматривают резьбовые отверстия но в основном их крепят на магнитной плите. Тиски изготавливают из стали, закаливают и шлифуют со всех сторон.

Правка шлифовального круга. В массовом и крупносерийном производствах правящие устройства располагают на шлифовальной бабке. В мелкосерийном и единичном производствах заданный профиль на шлифовальном круге можно получить с помощью съемного приспособления, устанавливаемого на столе станка (рис. 3.5,а).

Правящий алмаз 2 закрепляют в подвижной державке 4. В нижней части державки имеется рабочий наконечник, который под действием пружины 5 поджат к копиру 6. Поворотом маховика 7 державка перемещается вдоль копира и передает его профиль шлифовальному кругу 3. Таким же устройством можно осуществить правку круга прямого профиля по гладкому копиру.

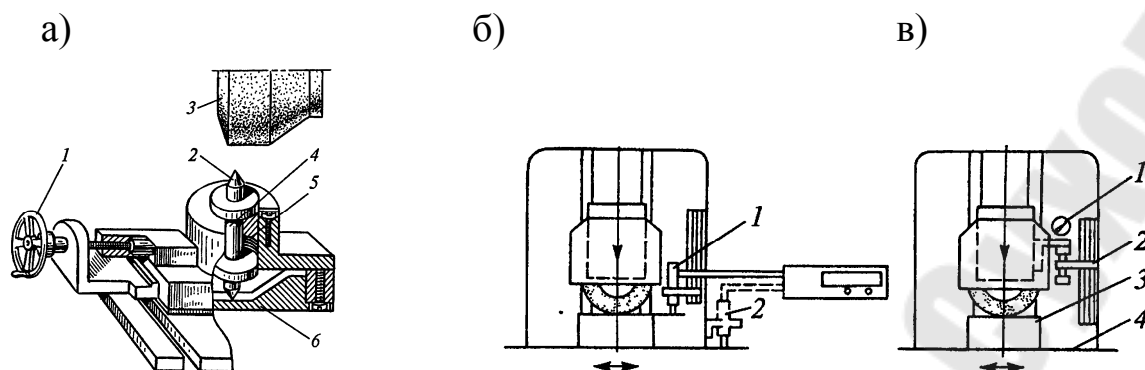


Рис. 3.5– Универсальное приспособление для правки кругов на плоскошлифовальных станках (а) и способы контроля в процессе плоского шлифования (б – с помощью щупа; в – с помощью индикаторной головки)

Контроль и средства контроля деталей в процессе шлифования.  
Установка на плоскошлифовальных станках прибора активного контроля позволяет повысить точность обработки деталей и безопасность обслуживания станка. В процессе шлифования применяют два способа контроля.

При первом способе, схема которого представлена на рис.3.5, б, регистрируется высота шлифуемой детали в данный момент времени с помощью электронного или пневматического щупа 7, при этом результаты измерения передаются в регистрирующее устройство. При достижении заданного размера автоматически отключается движение подачи. Однако при таком способе измерения не учитывается износ круга и требуется периодическая подналадка устройства правки. Для получения точности измерения применяют щуп 7, дополнительно измеряющий расстояние до плоскости, на которой базируется деталь. При этом движение подачи на глубину отключается при достижении заранее установленной разности показаний обоих щупов, соответствующей абсолютной высоте детали.

При втором способе измерения (рис. 3.5, в) применяется индикаторная головка 7, соприкасающаяся с жестким упором 2, закрепленным на станке. Пробную деталь 3 шлифуют до требуемой высоты, после чего индикаторную головку устанавливают на ноль. Все остальные детали устанавливают на стол станка 4 и шлифуют до тех пор, пока стрелка индикатора не дойдет до нулевого положения, а затем выключают движение подачи на глубину шлифовального круга. При этом также не учитывается износ круга и требуется периодическая подналадка индикатора.



## Технология обработки заготовок на центровых круглошлифовальных станках

Круглошлифовальные станки предназначены для шлифования наружных цилиндрических, конических, а также торцовых поверхностей.

Различают обдирочное, предварительное, окончательное и тонкое шлифование. Если при обдирочном шлифовании, выполняемом при  $V_{кр} = 50 \div 60$  м/с обеспечивается получение точности обработки 8-9-го качества и шероховатости поверхности  $R_a = 2,5 \div 5,0$  мкм, то при окончательном шлифовании ( $V_{кр} = 35 \div 40$  м/с) – достигается точность 5 – 6-го качества и шероховатость поверхности  $R_a = 0,2 \div 1,2$  мкм, а при тонком шлифовании -  $R_a = 0,025 \div 0,1$  мкм.

Основными схемами обработки на станке центровых круглошлифовальных станках являются продольное, силовое глубинное и врезное шлифование.

При продольном шлифовании (рис. 3.6, а) достигаются наименьшие параметры шероховатости, минимальное тепловыделение и лучшее качество шлифуемой поверхности. Применяется этот метод при обработке цилиндрических поверхностей значительной длины (свыше 50 мм)

Способ глубинного шлифования (рис. 3.6, б), при котором шлифовальный круг, имеющий заборную часть, устанавливают на полную глубину припуска на обработку.

Наиболее часто данный способ шлифования применяется для обработки жестких валов, не требующих особо высокой точности изготовления.

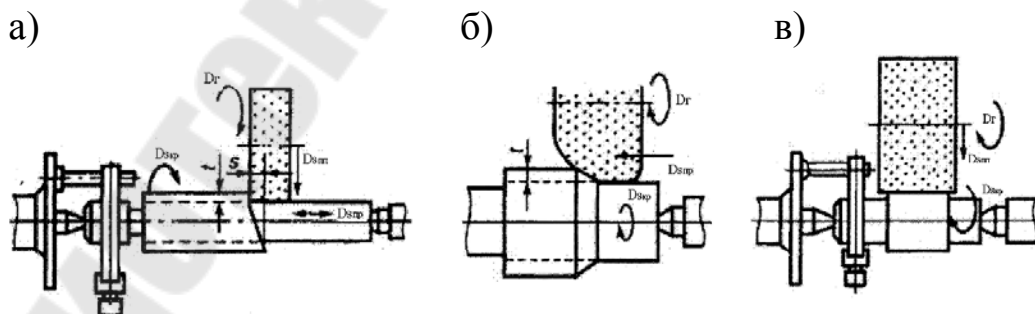


Рис. 3.6 – Схемы обработки на центровом круглошлифовальном станке

При врезном шлифовании (рис. 3.6, в) обрабатывается вся шлифуемая поверхность. Этот метод более производительный, для его осуществления применяются более широкие круги и станки повышенной мощности и жесткости. Его применяют при обработке коротких шеек, ступенчатых и фасонных поверхностей, а также при необходимости одновременного шлифования шейки и торца. Его целесообразно применять в серийном и массовом производстве.

Обработка конических поверхностей осуществляется установкой поворотной плиты верхнего суппорта на угол, равный половине угла конуса. Конусность ограничена максимальным углом поворота в обе стороны.

Устройства для установки и закрепления кругов на круглошлифовальных станках аналогичны устройствам, используемым для кругов таких же диаметров на плоскошлифовальных станках.

Устройство для установки и закрепления заготовок. Заготовка устанавливается в центрах передней и задней бабок, а крутящий момент передается от поводкового устройства передней бабки (рис.3.7). Задний центр 3 и передний центр 6 - невращающиеся. Ось шлифовального круга 1 при обработке цилиндрической поверхности заготовки параллельна оси центров станка. Центр 6 установлен в шпинделе 5 передней бабки станка. Вращение от электродвигателя через шкив 7 клиноременной передачи передается заготовке 2 с помощью поводкового диска 4, пальца 8 и хомутика 9. На торцах заготовки выполнены специальные центровые отверстия.

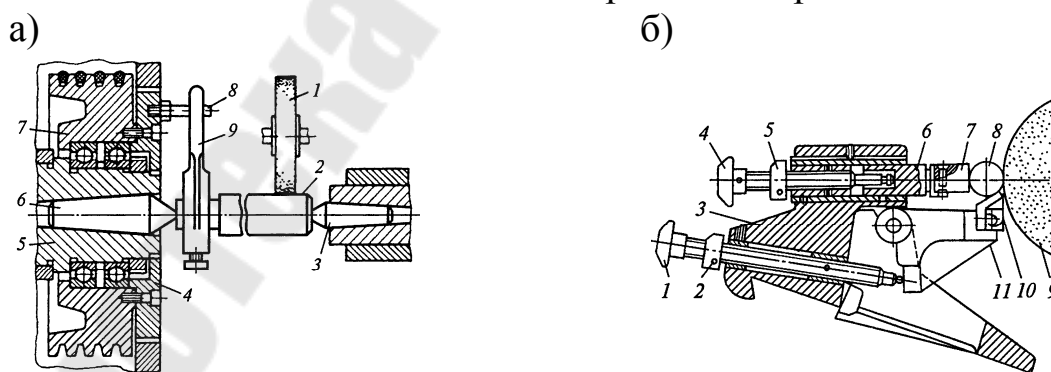


Рис. 3.7 – Устройства для установки и закрепления заготовок:  
 а – в центрах и поводковом патроне;  
 б – с помощью регулируемого люнета

При шлифовании заготовок, длина которых в 5—10 и более раз превышает диаметр, под действием силы резания возникает прогиб заготовки вследствие недостаточной ее жесткости. При этом снижается точность шлифования, могут возникнуть колебания и вибрации в технологической системе СИД. В таких случаях применяют один и несколько упорных люнетов - дополнительных опор для обрабатываемой заготовки.

В единичном и серийном производствах используют регулируемые люнеты с одной или двумя колодками (рис. 3.7, б) для восприятия радиальной (горизонтальной) и касательной (вертикальной) составляющих силы резания. В конструкции люнета положение вертикальной колодки 10, закрепленной на упорном рычаге 11, устанавливается регулировочным винтом 7, перемещающимся в корпусе люнета 3. Положение горизонтальной колодки 7, закрепленной на пиноли 6, регулируется винтом 4. По мере шлифования кругом 9 заготовки 8 необходимо регулировать положения колодок, так как диаметр шлифуемой поверхности уменьшается. Окончательное положение колодок зависит от диаметра обработанной детали. При наладке станка колодки устанавливают по эталонной детали или по калибру с кольцами 2 и 5, которые ограничивают осевое перемещение регулировочных винтов 1 и 4. Положения колодок предпочтительнее регулировать винтом 4, так как перемещение заготовки в горизонтальном направлении оказывает наибольшее влияние на точность обработки.

Если заготовка имеет отверстие, то она может базироваться при обработке на оправке (рис. 3.8). По способу крепления оправки подразделяют на центровые (рис. 3.8, а, в, е) и консольные (рис. 3.8, г, д); по способу установки - жесткие (рис. 3.8, а, д, е) и разжимные (рис. 3.8, б, в, г).

Заготовки, имеющие точные базовые отверстия с допуском 0,015...0,03 мм и менее, устанавливают на жесткие оправки с небольшой конусностью (0,01 ...0,015 мм на 100 мм длины) или по прессовой посадке (рис. 3.8, а). При менее точных базовых отверстиях (с допуском более 0,03 мм) применяют разжимные оправки (рис. 3.8, б, в, г). Если заготовка базируется одновременно по торцу и отверстию, то применяют оправки со скользящей посадкой (зазор 0,01 ...0,02 мм), на которые устанавливают одну заготовку (рис. 3.8, д, в) или несколько заготовок (рис. 3.8, е), закрепляемых гайкой.

К разжимным относятся также оправки с гидравлическим или гидропластовым зажимом. Эти оправки легче приспособить к неточностям формы отверстия, в результате чего точнее центрируется заготовка. На таких оправках зажимают заготовки, деформируя тонкостенный цилиндр, находящийся под равномерным давлением изнутри. Для создания давления используется жидкость или пластмасса.

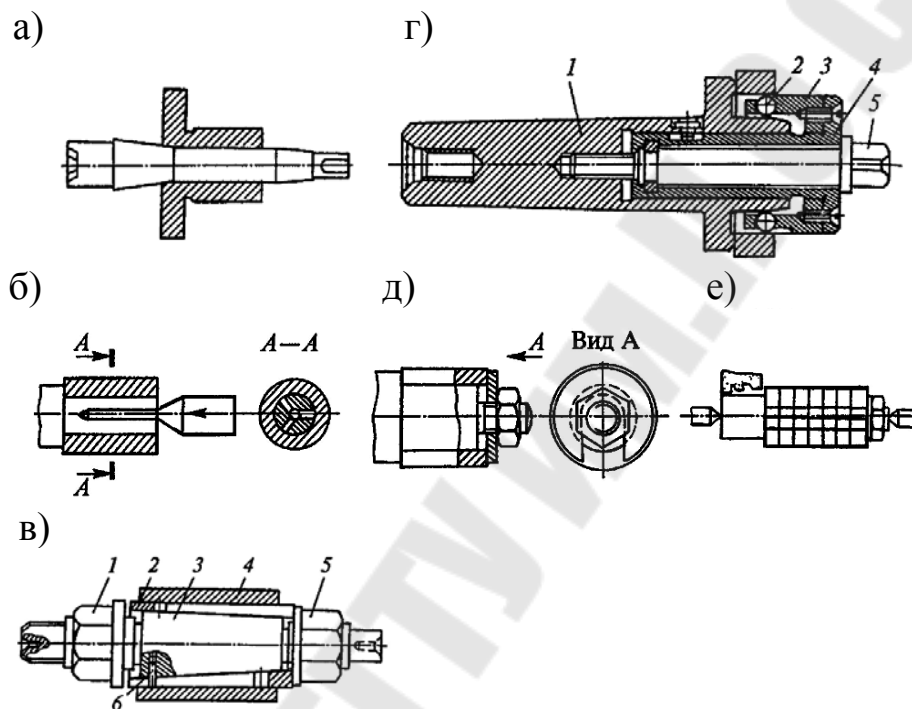


Рис. 3.8 – Оправки для базирования заготовок:

а – жесткая с прессовой посадкой; б, в – разжимные (1 и 5 – гайки; 2 – цанга; 3 – конус; 4 – заготовка; 6 - штифт); г – разжимная со скользящей посадкой и закреплением гайкой (1 – оправка; 2 – шарики; 3 – сепаратор; 4 – втулка; 5 – винт); д, е – жесткие для одной и нескольких заготовок

Для передачи крутящего момента от планшайбы станка к оправкам с заготовками применяют различные поводки, хомутики и патроны.

Методы и средства измерения при круглом шлифовании. В мелкосерийном производстве широко используют для измерения диаметра шлифуемой поверхности микрометры. Жесткие и индикаторные скобы предпочтительны в массовом производстве. Скоба фиксированного типа имеет жесткие или регулируемые на заданный размер измерительные губки. Скоба дает информацию: «проходит» или «не проходит». Индикаторная скоба показывает

реальный размер в сравнении с эталоном и позволяет управлять процессом в соответствии со снимаемым припуском.

На автоматизированных круглошлифовальных станках используют автоматические измерительные средства и подналадчики.

Простейшим видом измерительно-управляющих устройств являются накладные скобы для измерения диаметра детали в процессе обработки. Применение таких скоб сокращает непроизводительные затраты времени на измерение деталей.

Накладное измерительное устройство (рис. 3.9) состоит из скобы с индикатором и амортизатора. Амортизатор крепится на кожухе шлифовального круга болтами и служит для того, чтобы гасить вибрации, могущие расстроить установку индикаторного прибора на размер.

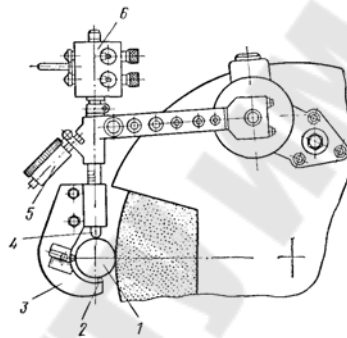


Рис. 3.9 – Накладная измерительная скоба

На рычаге укреплена скоба, имеющая жестко закрепленную ножку 3, упор 2 и подвижной штифт 4. По мере уменьшения диаметра детали 1 в процессе шлифования подвижной штифт 4 опускается, нажимая на ножку индикатора 5, от которой передается движение стрелке индикатора. Обычно на циферблате индикатора имеется деление, обозначенное жирной линией, которое по размеру детали соответствует нулю. При подходе стрелки индикатора к этому делению прекращают подачу круга и отводят его, одновременно освобождая скобу от детали. Регулировка скобы для измерения разных диаметров осуществляется перестановкой ножки 3 и упора 2. Установку индикатора скобы на нуль производят по прошлифованной детали на заданный размер.

Посредством накладной измерительной скобы можно производить как визуальный, так и автоматический контроль деталей диаметром 3...250 мм. Визуальный отсчет производится по индикатору 5, а автоматическая подача импульса на переключение

подачи, отвод круга и остановка станка осуществляются двухпредельным электроконтактным датчиком 6 с применением электронного реле. Переключение подачи в момент окончания шлифования сопровождается появлением светового сигнала.

### Требования охраны труда Основные правила безопасной работы на шлифовальных станках

Требования к безопасности при работе на шлифовальных станках особенно возрастают в связи с использованием хрупкого абразивного инструмента и высоких скоростей резания.

При хранении шлифовальных кругов нельзя допускать их намокания и образования трещин. Перед установкой на станок планшайбы с шлифовальным кругом (особенно крупных размеров) следует убедиться в надежном закреплении круга, а также в отсутствии на нем трещин (простукиванием круга деревянным молотком; круг с трещиной, как и чашка, звучит иначе, чем целый). Намокание круга на станке вызывает дисбаланс. Крепление круга должно быть особо надежным и осуществляться с торцовыми прокладками, компенсирующими отклонения от правильной формы и температурные деформации. Резьбовые элементы должны быть тщательно законтрены, а направление вращения круга необходимо учитывать при выборе направления их резьбы (правой или левой).

Перед включением станка убедиться в исправности и правильности установки и закрепления исполнительных органов станка и заградительных устройств. Экраны должны быть расположены так, чтобы предотвратить попадание шлифовального шлама, брызг СОЖ в рабочую зону обслуживающего персонала.

Перед началом работы убедиться в надежности крепления и прочности круга, для чего обеспечить его вращение вхолостую на рабочей скорости в течение 2 мин при диаметре круга до 400 мм и в течение 5 мин при диаметре 400 мм и более.

Проверить наличие прокладок между зажимными фланцами планшайбы и кругом, а также не ослаблены ли крепежные элементы, фиксирующие фланцы. Установить на шпиндель станка планшайбу в сборе со шлифовальным кругом после ее балансирования. Оберегать сборку от ударов и при необходимости хранить в вертикальном положении.

При установке на станок сменных шлифовальных шпинделей, шкивов, патронов, оправок и приспособлений тщательно протереть посадочные поверхности станка и устанавливаемых элементов. Периодически проверять усилие натяжения приводных ремней и плавность их работы.

Биение шпинделя шлифовального станка не должно превышать значений, установленных техническими требованиями на станок, иначе биение может привести к снижению точности обработки и даже к разрыву круга.

Все абразивные инструменты, выступающие концы шпинделя и вращающиеся крепежные элементы должны быть ограждены защитными кожухами, прочно прикрепленными к станку.

На станках, имеющих кожухи с регулируемыми козырьками, следует (по возможности) работать с уменьшенными углами раскрытия. Зазор между кругом и верхней кромкой раскрытия подвижного кожуха, а также между кругом и предохранительным козырьком не должен превышать 6 мм.

Зазор между боковыми стенками защитного кожуха и фланцами для крепления круга наибольшей высоты, применяемого на данном станке, должен находиться в пределах 5... 10 мм. При работе съемная крышка защитного кожуха должна быть надежно закреплена.

Шлифовальные станки, предназначенные для работы с окружной скоростью круга 60 м/с и более, должны иметь дополнительные защитные устройства в виде металлических экранов и ограждений, закрывающих рабочую зону во время шлифования, и щитков, закрывающих открытый участок круга при отводе последнего.

На станках, где шлифование осуществляют с окружной скоростью, превышающей 40 м/с, защитный кожух должен иметь соответствующую окраску, отличающуюся от окраски станка.

При работе на станках с автоматическим переключением подач во избежание защемления рук шлифовщика с помощью упора установить щитки, закрывающие рычаги переключения.

На станках с движущимся столом оградить зону выхода стола.

Во время работы шлифовального станка, а также при правке круга шлифовщик не должен находиться в зоне вращения как круга, так и заготовки. Заготовку к шлифовальному кругу или круг к заготовке необходимо подводить плавно, без рывков и резкого нажима, чтобы не вызвать разрыв круга (разрушение круга,

вызываемое различными причинами и сопровождающееся разлетанием его осколков с огромной скоростью под действием центробежных сил). Запрещается работать боковой поверхностью шлифовального круга, если круг не предназначен для данной работы.

Контролировать равномерность износа по всей ширине рабочей поверхности круга и не допускать контакта зажимного фланца с заготовкой. Если диаметр круга уменьшился вследствие износа, частота его вращения может быть увеличена, однако рабочая окружная скорость не должна превышать допустимую для данного круга.

При работе с СОЖ следить за тем, чтобы она омывала шлифовальный круг по всей рабочей поверхности и своевременно отводилась в бак. Не допускать погружение круга в бак.

Не прикасаться к движущейся заготовке и шлифовальному кругу до полного их останова. Измерения производить после отвода шлифовального круга на безопасное расстояние.

Править круг только специальным инструментом, надежно закрепленным в приспособлении. Правку по возможности вести при обильном охлаждении.

Во время работы станка запрещается производить его чистку, открывать или снимать ограждения, отключать предохранительные устройства, а также очищать остановленный станок и отстойник бака от шлама, грязи и абразивной пыли.

При установке и закреплении заготовок на круглошлифовальных станках проверить состояние отверстий в заготовках, состояние опорных центров, поводковых устройств, патронов и приспособлений. Для безопасного шлифования длинных заготовок следует использовать люнет.

При установке и закреплении заготовок на плоскошлифовальных станках проверить правильность расположения заготовки путем ручного перемещения стола (если это невозможно, то с помощью линейки), а также расположения крепежных элементов (шлифовальный круг должен свободно проходить над ними).

При закреплении заготовок на электромагнитных приспособлениях проверить действие блокирующих устройств, которые должны автоматически выключать движение стола и вращение шпинделя при прекращении подачи электроэнергии.

В процессе работы станка постоянно следить за работой механизмов станка. При нагреве подшипников свыше 60 °С или при



появлении необычного шума прекратить работу и принять меры к устранению неисправностей.

Прежде чем остановить станок, необходимо выключить подачу и отвести круг от заготовки.

По окончании работы с использованием СОЖ выключить ее подачу или вывести шлифовальный круг из жидкости и просушить его на холостых оборотах в течение 2... 5 мин.

При появлении вибраций станок должен быть немедленно остановлен. Включение станка допускается только при полном устранении вибраций. Для шлифовальных кругов на керамической связке следует строго следить за тем, чтобы СОЖ не попадала на невращающийся круг.

### Дополнительные требования к шлифовальным станкам

1. Зону обработки шлифовальных станков ограждают защитным устройством (экраном). Защитные устройства изготавливают толщиной, не менее: из листовой стали - 0,8 мм, листового алюминия - 2,0 мм или ударопрочной пластмассы - 4 мм. При необходимости защитные устройства оборудуют смотровыми окнами достаточных размеров, защищенными трехслойным листовым стеклом марки «Сталинит» по ГОСТ 5727 толщиной не менее 4 мм. Допускается применение других материалов, не уступающих упомянутым выше материалам по эксплуатационным свойствам.

В смотровых окнах допускается использовать органическое стекло.

Не допускается устанавливать защитные устройства:

- на станках, в которых само изделие несет функцию защитного устройства (например во внутришлифовальных станках);

- на оптических профишлифовальных станках и универсально-заточных станках при работе без смазочно-охлаждающей жидкости и при наличии пылеотсасывающего устройства.

В круглошлифовальных станках, работающих со скоростью круга 60 м/с и выше, обращенную к работающей стороне зоны обработки полностью закрывают защитным устройством. Толщина материала защитного устройства увеличивается по сравнению с указанной в п. 1 не менее чем в два раза. При необходимости иметь в экране смотровое окно его дополнительно ограждают с внутренней

стороны решеткой, изготовленной из стальных прутков диаметром не менее 5 мм. Диаметр вписанной в ячейку окружности не должен превышать 60 мм. В местах пересечения прутки соединяют сваркой.

Допускается изготавливать решетку в виде вертикально расположенных прутков диаметром не менее 6 мм и расстоянием между прутками не более 60 мм.

2. При изменяемой частоте вращения шлифовального круга в станках предусматривают устройство, не допускающее возможности работы станка со скоростью, превышающей допустимую для установленного круга.

3. В станках, работающих без применения СОЖ, конструкция защитных кожухов шлифовальных кругов должна предусматривать использование их также в качестве пылезаборников.

4. Защитные кожухи абразивных кругов на горизонтальных шпинделях станков, работающих с охлаждением, не должны задерживать в нижней части СОЖ после выключения привода шлифовального круга и насоса подачи СОЖ.

При невращающемся шлифовальном круге его нижняя часть не должна находиться в СОЖ.

5. Шлифовальные ленты ленточно-шлифовального станка ограждают кожухом по всей длине полотна, за исключением зоны контакта с заготовкой (для станков, предназначенных для обработки сложных поверхностей, например для обработки гребных винтов, это требование не обязательно).

6. В случае применения на станке электромагнитной плиты должна быть предусмотрена блокировка, не допускающая перемещения вращающегося шлифовального круга к плите и механизированной подачи стола до подвода к плите электропитания. Срабатывание блокировки должно указываться световой сигнализацией по ГОСТ 27487.

7. Предназначенные для обработки вручную и без подвода СОЖ точильно-шлифовальные (стационарного исполнения, на тумбе и настольные) и обдирочно-шлифовальные станки должны иметь жесткие подручники (столики, поддержки) и экраны для защиты глаз со смотровыми окнами из безосколочного материала.

8. В круглошлифовальных станках кожух закрывают с торца крышкой, прикрепляемой на петлях. Съёмные крышки допускаются лишь в обоснованных случаях (например при недостатке места для открывания крышки, в связи с конструктивными ее особенностями и

др.).

9. На специальных врезных бесцентрово-шлифовальных станках должно предусматриваться устройство для безопасной загрузки и разгрузки деталей.

10. Патроны для закрепления заготовок на внутришлифовальных станках ограждают регулируемыми подлине обрабатываемой заготовки защитными кожухами с буртами у переднего и заднего торцов. Открывание кожуха, регулирование его по длине должны быть удобными и происходить без заеданий.

11. Во внутришлифовальных станках абразивный круг после выхода из шлифуемого отверстия по достижении крайнего исходного положения должен автоматически ограждаться для устранения возможности травмирования руки работающего абразивным кругом при установке, снятии и измерении детали.

Внутришлифовальные автоматы с окружной скоростью абразивного круга свыше 45 м/с должны иметь общее ограждение зоны, включающей обрабатываемую деталь, заточное приспособление (для правки круга) и абразивный круг в крайних положениях.

12. В плоскошлифовальных станках с вертикальным шпинделем предусматривают регулирование положения защитного кожуха вдоль оси шпинделя (соответственно износу абразивного инструмента).

13. В плоскошлифовальных станках с прямоугольными и круглыми столами устанавливают соответствующего размера и прочности защитные устройства (в виде экранов по концам прямоугольного стола или не мешающего при работе ограждения вокруг круглого стола), ограничивающие разбрасывание СОЖ и шлама, разлет осколков круга (в случае его разрыва) и шлифуемых на электромагнитной плите изделий (в случае неожиданного прекращения подвода к ней электрического тока или подругам причинам).

14. Конструкция сопла для подвода СОЖ должна обеспечивать охлаждение абразивного круга по всей его высоте и не мешать установке предохранительного козырька.

15. Устройство для правки абразивных кругов в станках должно иметь механизированный привод или надежно закрепляемые приспособления для правки. Для точильно-шлифовальных и универсально-заточных станков закреплять правящее приспособление необязательно.

16. У абразивных станков кромки защитных кожухов к инструменту (кругу, ленте) у зоны их раскрытия окрашивают в желтый сигнальный цвет. Внутренние поверхности кожухов окрашивают в желтый цвет.

17. В случае применения поводковых патронов при шлифовании между центрами патроны оборудуют ограждениями, не ограничивающими технологические возможности станка.

18. Шлифовальные круги, предназначенные для обработки торцев на внутришлифовальных станках, оснащают защитным кожухом, перемещаемым в осевом направлении в соответствии с износом круга.

19. Внутришлифовальные станки с установкой обрабатываемых деталей на башмаки и электромагнитный патрон оборудуют световой сигнализацией о подводе электропитания к патрону.

### СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и порядок выполнения работы.
3. Компоновка плоскошлифовального станка и описание его основных узлов.
4. Эскиз детали (задается преподавателем).
5. Описание маршрута обработки детали и расчет режимов резания.
6. Наладка и настройка станка для обработки детали с поясняющими схемами закрепления заготовки и инструмента.
7. Применяемый инструмент для контроля обработанных поверхностей.
8. Заключение о годности детали.
9. Основные правила и безопасные методы производства работ на станке.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите об основных типах шлифовальных станков.
2. Расскажите об особенностях в обозначении различных типов шлифовальных станков.
3. Укажите основные абразивные инструменты, применяемыми на шлифовальных станках

4. Укажите технологическое назначение и область применения плоскошлифовальных станков различных типов.
5. Какие основные способы плоского шлифования применяются для обработки поверхностей?
6. Укажите методы закрепления заготовок, применяемые на плоскошлифовальных станках.
7. Назовите типовые детали, обрабатываемые периферией и торцом шлифовального круга на плоскошлифовальных станках.
8. Укажите технологические возможности обработки периферией и торцом шлифовального круга на плоскошлифовальных станках.
9. Какие методы закрепления заготовок и инструмента применяются при плоском шлифовании?
10. Какой принцип лежит в основе устройств электромагнитных плит и магнитных плит с постоянными магнитами
11. Назовите способы улучшения условий удаления стружки и снижения температуры в зоне шлифования торцом круга.
12. Назовите основные технологические факторы, влияющие на производительность и качество обработки при плоском шлифовании периферией круга.
13. Как осуществляется правка круга на плоскошлифовальных станках с прямоугольным столом?
14. Назовите методы и средства контроля деталей при плоском шлифовании.
15. Расскажите о методах шлифования тел вращения.
16. Укажите назначение и область применения центрового круглошлифовального станка мод. 3М51.
17. Расскажите устройство и принцип работы круглошлифовального станка мод. 3М51. станка
18. Назовите технологические возможности обработки на круглошлифовальном станке.
19. Назовите устройства для установки и закрепления заготовок на круглошлифовальных станках.
20. Какие методы и средства измерения используют при круглом шлифовании?
21. Расскажите устройство и принцип работы измерительной скобы.
22. Какая существует связь между организацией рационального рабочего места шлифовщика и безопасностью его труда?

23. Перечислите правила безопасности труда рабочего при обслуживании и эксплуатации шлифовального станка.

24. Укажите дополнительные требования к шлифовальным станкам.

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Слушателям запрещается самостоятельно входить в станочный парк (производственное помещение, в котором размещено действующее оборудование).

2. Слушателям запрещается самостоятельно включать станок в электрическую сеть и производить любые виды работ при включенном станке.

3. Демонстрацию работы станка, а также обработку на нем заготовок имеет право производить только учебный мастер или преподаватель с соответствующей формой допуска.

4. В процессе выполнения работы учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязаны постоянно осуществлять контроль за действиями слушателей, находящихся в производственном помещении, особенно при выполнении ими этапов работы.

5. Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель обязаны проверить:

- наличие и надежность закрепления заземления;
- надежность закрепления инструмента и инструментальных блоков;
- надежность установки и крепления настраиваемых узлов и деталей;
- надежность закрепления заготовки.

6. Перед пуском станка должны быть установлены и закреплены все ограждающие и защитные устройства, а слушатели занять удобное для обзора и безопасное место.

7. При любой, даже непродолжительной остановке станка, производить полное его отключение от питающих сетей.

8. Запрещается производить измерение детали во время работы станка.

9. Запрещается опираться на оборудование и находиться в зоне действия подвижных органов станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. - М.: Машиностроение, , 1988. – 480 с.

2. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. – М.: Издательский центр «Академия». 2003. – 368 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя / А.М.Дальский, А.Г.Суслов, А.Г.Косилова и др.; Под. ред. А.М.Дальского. – М.: - Машиностроение, 2003. – т. 1. – 912 с., т.2.- 943 с.

4. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд. Перераб. И доп. М.: Машиностроение. 2007. – 430 с.

Лабораторная работа № 4  
«ТЕХНОЛОГИЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ И БЕЗОПАСНЫЕ  
СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ»

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить назначение, область применения и технологические возможности фрезерных станков, а также основные правила и способы безопасного производства работ.

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

1. Изучить способы закрепления заготовок и инструментов.
2. Изучить технологические возможности станка при обработке различных поверхностей.
3. Изучить конструктивные элементы станка, обеспечивающие безопасность оборудования и организацию рабочего места станочника.
4. По заданному преподавателем чертежу детали разработать технологический процесс обработки на фрезерном станке, рассчитать режимы резания.
5. Произвести наладку и настройку станка на обработку детали; выполнить ее обработку.
6. Произвести измерение обработанных поверхностей детали и сделать заключение о ее годности.

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Технология фрезерования и оснастка

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей, прямых и винтовых канавок, резьб, зубчатых колес и т.п. . При черновом фрезеровании обычно достигается точность размеров, соответствующая 11 и 12-му квалитетам, при чистовом — 8 и 9-му квалитетам. В отдельных случаях при тонком фрезеровании можно получить точность размеров, соответствующую 6 и 7-му квалитетам. Шероховатость обработанной поверхности колеблется от  $Rz = 80$  мкм до  $Ra = 0,63$  мкм.

В качестве режущего инструмента на фрезерных станках применяются: фрезы: цилиндрические, торцовые, концевые, угловые, шпоночные, фасонные и пр. Виды работ, выполняемых фрезерованием, и применяемый инструмент представлены рис. 4.1.



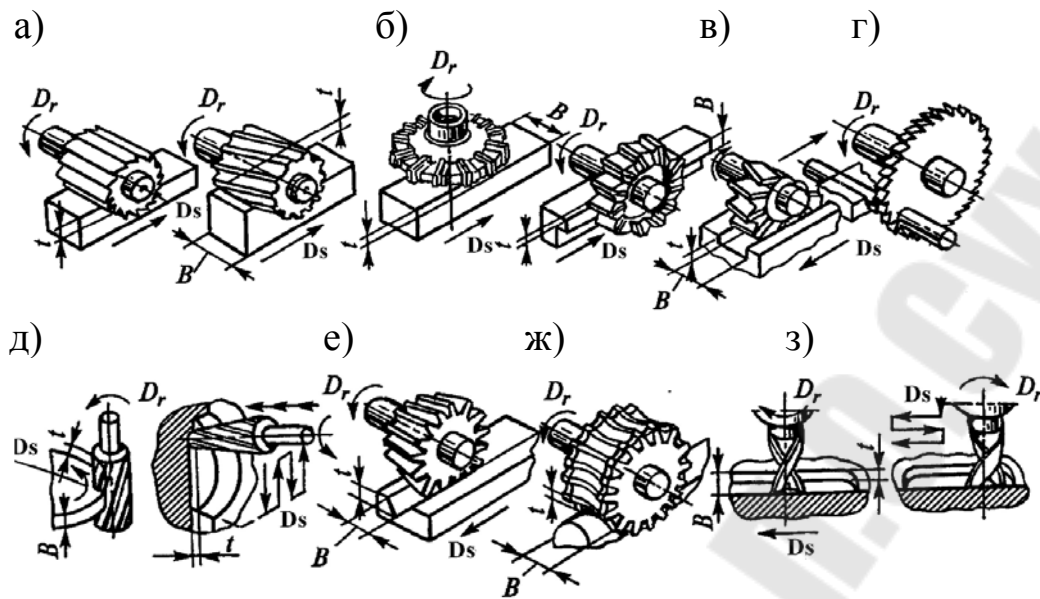


Рис. 4.1 - Виды работ, выполняемых фрезерованием, и применяемые фрезы:

а - цилиндрические с прямыми и винтовыми зубьями; б - торцовая; в - дисковая; г - прорезная (отрезная); д - концевые; е - угловая; ж - фасонная; з - шпоночная (с обработкой пазов на всю глубину и с маятниковой подачей);  $t$  - глубина резания, мм;  $B$  - ширина фрезерования, мм.

При работе на фрезерных станках используют большое количество различных приспособлений и оснастки, которые служат для установки инструмента и закрепления заготовок, а также для расширения технологических возможностей фрезерных станков.

Инструментальная оснастка. Фрезы закрепляют на оправках и в патронах, которые, в свою очередь, различным образом крепят в шпинделе станка.

На рис. 4.2, а представлена установка цилиндрической насадной фрезы на длинной оправке. Положение фрезы 6 на оправке 3 регулируется проставочными кольцами 5. Фреза и оправка связаны шпонкой 7, передающей крутящий момент на инструмент.. Конический хвостовик оправки, имеющий внутреннюю резьбу, вставляют в отверстие шпинделя 2 станка и затягивают шомполом 7. Для предотвращения проворачивания оправки, в шпиндель устанавливают сухари 4, которые входят в пазы шпинделя и фланца оправки. Свободный конец длинной оправки поддерживает подвеска 8, установленная на хоботе станка.

Торцовые насадные фрезы можно устанавливать на оправках или непосредственно на шпинделе станка (рис. 4.2, б). Фрезу 1 цилиндрическим пояском надевают на шпиндель 4 станка и притягивают винтами 3. Крутящий момент от шпинделя к фрезе передается торцовой шпонкой 2.

Концевые фрезы выпускают с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Фрезы с коническим хвостовиком устанавливают в шпиндель станка, используя переходные втулки. Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в патроне, который коническим хвостовиком вставляют в шпиндель станка. Конструкция одного из таких патронов показана на рис. 3, в. Фрезу 1 устанавливают в цангу 2 и гайкой 3 закрепляют в корпусе патрона 4.

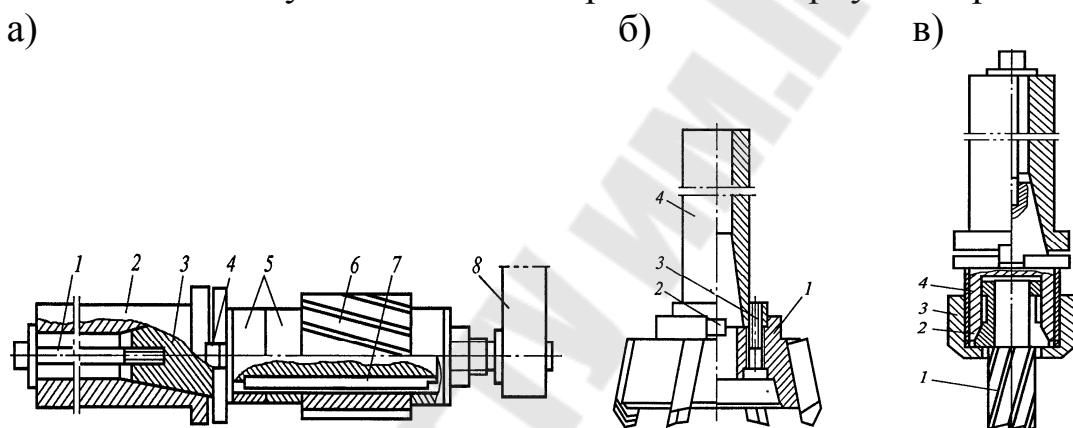


Рис. 4.2 – Примеры установки и закрепления фрез:

- а - цилиндрической фрезы на длинной оправке (1 - шомпол; 2 - шпиндель; 3 - оправка; 4 - сухарь; 5 - проставочные кольца; 6 - фреза; 7 - шпонка; 8 - подвеска);
- б - торцовой насадной фрезы в шпинделе станка (1 - фреза; 2 - шпонка; 3 - винт; 4 - шпиндель);
- в - концевой фрезы с цилиндрическим хвостовиком в патроне (1 - фреза; 2 - цанга; 3 - гайка; 4 - патрон)

Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных станках - это различные прихваты, подставки, угловые плиты, призмы, машинные тиски, столы и вспомогательные инструменты, механизмирующие и автоматизирующие закрепление заготовок и тем самым сокращающие вспомогательное время.

Прихваты используют для закрепления заготовок или каких-либо приспособлений непосредственно на столе станка с помощью болтов. Нередко один из концов прихвата 2 опирается на подставку 1 (рис. 4.3, а).

Если при обработке заготовок необходимо получить плоскости, расположенные под углом одна к другой, то применяют угловые плиты: обычные (рис. 4.3, а) и универсальные, допускающие поворот вокруг одной (рис. 4.3,б) или двух осей.

Машинные тиски могут быть простыми неповоротными, поворотными (поворот вокруг вертикальной оси, рис. 4.3, г), универсальными (поворот вокруг двух осей) и специальными (например, для закрепления валов: с ручным, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом).

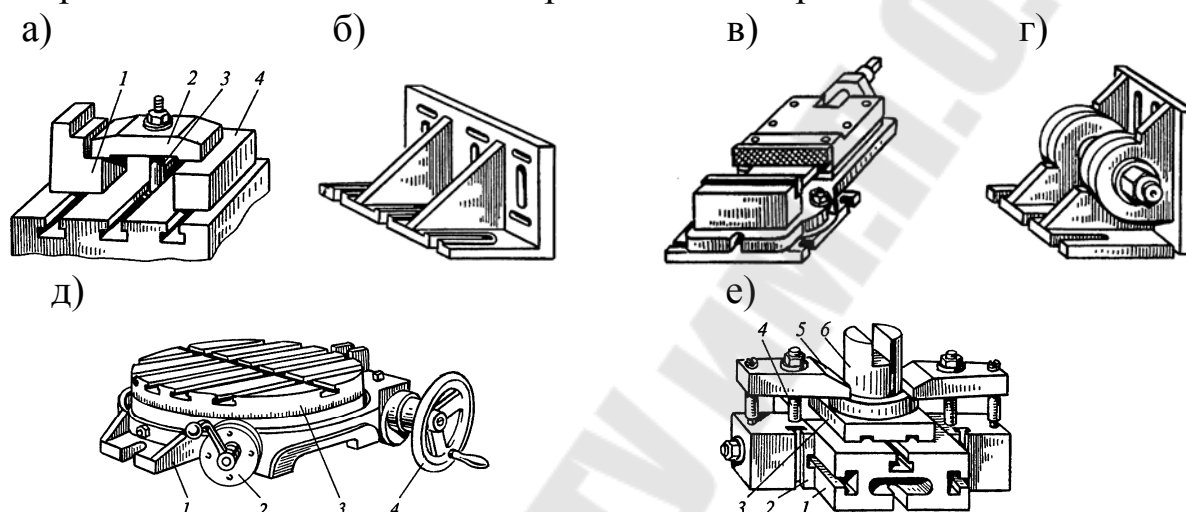


Рис. 4.3 – Устройства и приспособления для установки и закрепления заготовок:

а – прихват, опирающийся на подставку (1 - подставка; 2 - прихват; 3 - болт; 4 - заготовка); б- обычная угловая плита; в – универсальная угловая плита, допускающая поворот вокруг одной оси; г – тиски машинные поворотные; д - стол поворотный (1 - кронштейн для крепления стола на станке; 2 - стопор; 3- шкала отсчета угла поворота; 4 - рукоятка ручного поворота); е - универсально-сборное приспособление(1 - базовая плита; 2 - опора; 3 - установочная планка; 4 - крепежный болт; 5 - прихват; 6 - обрабатываемая заготовка

Стол для установки и закрепления заготовок бывают неповоротными и поворотными (рис. 3, д) с ручным, пневматическим, гидравлическим или электрическим приводом. Поворотные столы позволяют обрабатывать на станке фасонные поверхности заготовки, а также применять метод непрерывного фрезерования, когда во время обработки одной заготовки уже готовые детали снимают и на их

место устанавливают новые заготовки. Непрерывное вращение стола обеспечивает отдельный привод или привод станка.

При работе на фрезерных станках для закрепления заготовок широко применяют универсально-сборные приспособления (УСП), которые собирают из готовых нормализованных взаимозаменяемых деталей (рис. 4.3,е).

Нередко на фрезерных станках (как и на токарных) для закрепления заготовок, имеющих цилиндрические поверхности, используют кулачковые поводковые и цанговые патроны (рис. 4.4).

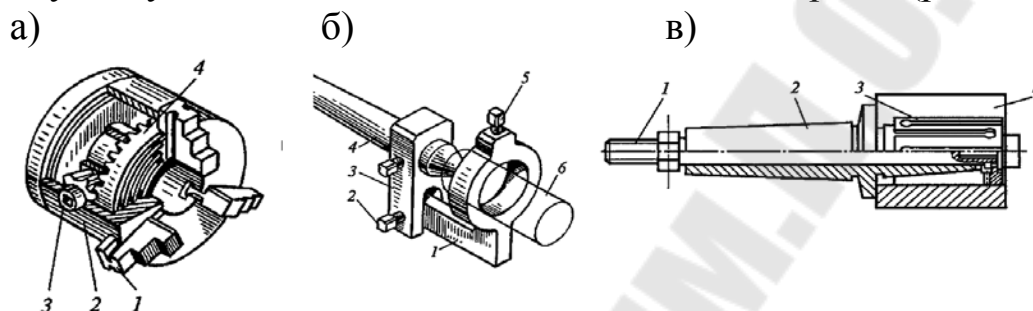


Рис. 4.4 – Конструкции патронов:

- а – кулачковый (1 - кулачки; 2 - корпус; 3 - коническая шестерня с отверстием под ключ; 4 - зубчатая рейка для перемещения кулачков);  
 б – поводковый (1 - поводок; 2 - винт крепления поводка; 3 - скоба для крепления поводка; 4 - задний центр; 5 - винт крепления заготовки; 6 – заготовка);  
 в – цанговый (1 - винт крепления патрона; 2 - хвостовик; 3 - цанга; 4 – заготовка)

#### Технология фрезерования плоских поверхностей и скосов

Плоскости обычно фрезеруют торцовыми и цилиндрическими фрезами. Диаметр торцовой фрезы  $D$  (мм) выбирают в зависимости от ширины  $B$  (мм) фрезерования с учетом соотношения  $D = (1,3...1,8)B$ . При фрезеровании торцовыми фрезами предпочтение следует отдавать несимметричной схеме резания. Размер смещения (мм)  $k = (0,03...0,06)D$  (рис. 4.5). При обработке цилиндрическими фрезами длина фрезы должна на 10... 15 мм перекрывать требуемую ширину обработки. Диаметр фрезы выбирают в зависимости от ширины фрезерования и глубины резания  $t$  (мм).

При черновом фрезеровании обычно достигается точность размеров, соответствующая 11 и 12-му квалитетам, при чистовом - 8 и 9-му квалитетам. В отдельных случаях при тонком фрезеровании

можно получить точность размеров, соответствующую 6 и 7-му квалитетам. Шероховатость обработанной поверхности колеблется от  $Rz\ 80\ \mu\text{м}$  до  $Ra\ 0,63\ \mu\text{м}$ . Наиболее низкие параметры шероховатости ( $Ra\ 1,25...0,63\ \mu\text{м}$ ) получают тонким фрезерованием.

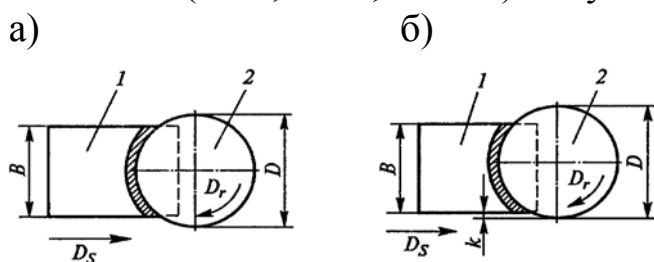


Рис. 4.5 -. Установка торцевой фрезы относительно заготовки:

а - симметрично (не рекомендуется); б - несимметрично (рекомендуется); 1 - заготовка; 2 - фреза;  $D$  - диаметр фрезы;  $B$  - ширина заготовки;  $k$  - смещение центра фрезы относительно оси симметрии заготовки

Другой метод достижения низких параметров шероховатости плоских поверхностей на заготовках - это применение составных фрез, в корпусах которых закреплены черновые и чистовые резцы. Чистовые резцы устанавливаются ниже черновых на величину, равную глубине чистового фрезерования. В корпусе фрезы можно устанавливать один или несколько чистовых резцов. При подаче  $S_z = 1,5... 2,5\ \text{мм/зуб}$  и скорости резания  $V = 240... 250\ \text{м/мин}$  достигается шероховатость поверхности  $Rz\ 5...2,5\ \mu\text{м}$ .

Концевыми фрезами можно фрезеровать вертикальные и небольшие горизонтальные плоскости. Применение наборов фрез при фрезеровании плоскостей позволяет повысить производительность процесса обработки и обрабатывать фасонные поверхности. Набор представляет собой группу фрез, установленных и закрепленных на одной оправке.

Для фрезерования наклонных плоскостей и скосов используют следующие инструменты:

- цилиндрические, торцевые и концевые фрезы с поворотом заготовки на требуемый угол с помощью универсальной поворотной плиты (рис. 4.6, а);
- торцевые и концевые фрезы с поворотом фрезы на требуемый угол (рис. 4.6, б).

- специальные приспособления (рис. 4.6,в, г) для обработки цилиндрическими и торцовыми фрезами;
- угловые фрезы.

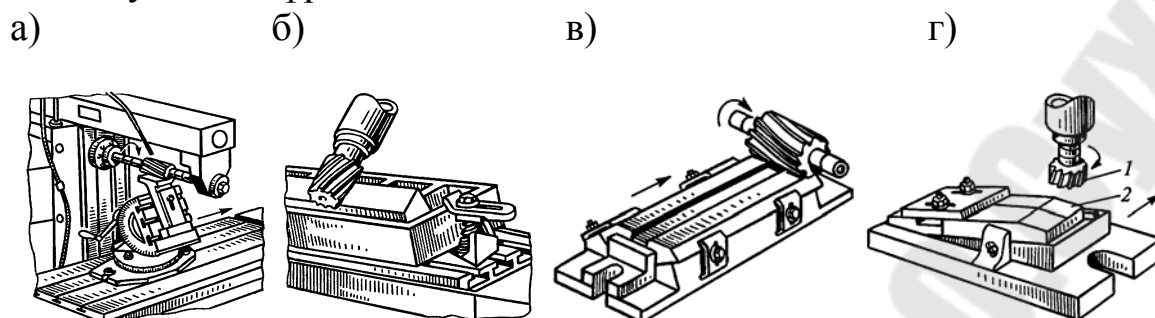


Рис. 4.6 -. Фрезерование наклонных плоскостей:

а - фрезерование наклонной плоскости на универсальной поворотной плите; б - фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; в и г - обработка наклонных плоскостей в специальных приспособлениях цилиндрической (в) и торцовой (г) фрезой; 1 - фреза; 2 - заготовка

Контроль плоскостности обработанной поверхности производят лекальной линейкой. Неплоскостность при обработке торцовых поверхностей проверяют плоским угольником или рейсмасом. Неплоскостностью, или отклонением от плоскостности, называют наибольшее расстояние от реальной обработанной поверхности (плоскости) до прилегающей поверхности в пределах контролируемого участка. Прилегающей называется поверхность, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки обработанной реальной поверхности было минимальным в пределах контролируемого участка.

Наклонные плоскости и скосы контролируют с помощью шаблонов и рейсмасов.

#### Технология фрезерования деталей, имеющих сопряженные плоскости, и многогранников

Сопряженные поверхности одной детали, т.е. поверхности, расположенные в разных плоскостях, могут быть параллельными, перпендикулярными или располагаться под любым углом. К таким плоскостям относятся смежные грани прямоугольной и квадратной призмы, куба, шестигранника, пирамиды и т.д.

Обработку заготовок, имеющих сопряженные плоскости, осуществляют на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках торцовыми, концевыми и цилиндрическими фрезами, а также наборами фрез. На столе станка заготовки закрепляют в универсальных или в специальных приспособлениях.

Фрезерование прямоугольного бруска. При обработке заготовки в виде прямоугольной призмы - бруска необходимо правильно выбрать базу и последовательность обработки поверхностей. Пример последовательности представлен на рис. 7.

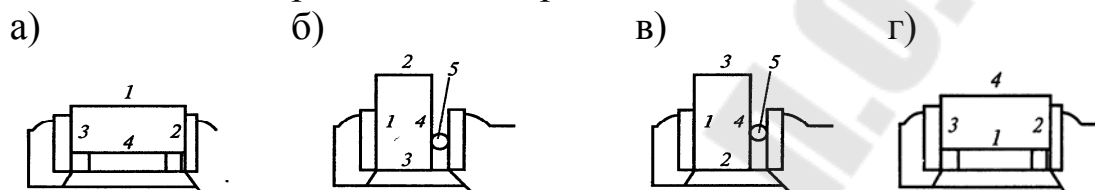


Рис. 4.7 - Последовательность обработки плоскопараллельных и взаимно-перпендикулярных поверхностей бруска:

а - г - положение заготовки в зажимном приспособлении; 1-4 - обрабатываемые поверхности; 5- прокладка

Обработка многогранников. *Фрезерование квадратов.* При фрезеровании квадрата из прутка заготовка в зависимости от ее длины может быть закреплена одним из следующих способов:

- в трехкулачковом патроне;
- в трехкулачковом патроне и центре задней бабки;
- в центрах универсальной делительной головки и задней бабки.

Фрезерование граней квадратов производят концевыми, торцовыми, дисковыми фрезами, а также набором дисковых фрез с закреплением заготовки в делительной головке на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках.

При фрезеровании первых двух граней квадрата со стороной  $S$  из круглой заготовки (рис. 4.8, а) пользуются размером  $S_1$ , при фрезеровании третьей и четвертой граней – размером  $S$ . Эти размеры вычисляют по следующим формулам:  $S = 0,707D$ ;  $S_1 = 0,854B$ , где  $D$  – диаметр заготовки, мм.

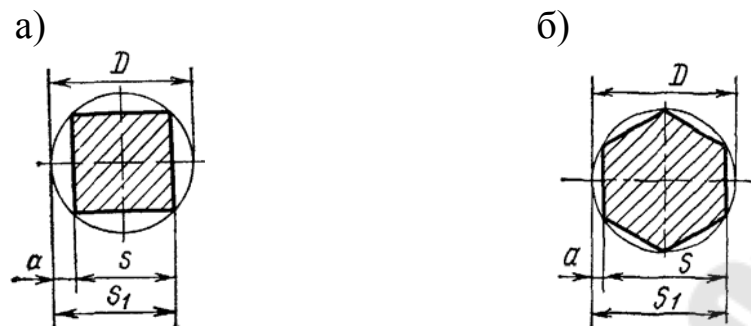


Рис. 4.8 – Схема получения многогранника из круглой заготовки:  
а – квадрата; б - шестиугольника

*Фрезерование шестигранников.* При обработке шестигранников можно достичь высокой производительности применением набора дисковых фрез.

При фрезеровании из круглой заготовки первых трех граней необходимо знать размер  $S_1$  (рис. 9, б), а при фрезеровании четвертой, пятой и шестой - размер  $S$ . Эти размеры вычисляют по следующим формулам:  $S = 0,866D$ ;  $S_1 = 0,933D$ , где  $D$  – диаметр заготовки, мм. Величина  $a = 0,067D$ .

Обработку плоскостей, сопряженных под острым и тупым углами, производят так же, как и наклонных плоскостей.

Взаимное расположение сопряженных плоскостей (параллельных и перпендикулярных), обработанных с переустановкой заготовок в тисках универсального горизонтально-фрезерного станка, контролируют штангенциркулями, угольниками, лекальными линейками, рейсмасами. Плоскости, расположенные под тупыми и острыми углами, контролируют шаблонами и рейсмасами, независимо от того, какими фрезами производят эту обработку: цилиндрическими или торцовыми.

#### Технология фрезерования пазов, канавок, уступов, и разрезания заготовок фрезой

Фрезерование пазов. Выемку металла в детали, ограниченную фасонными или плоскими поверхностями, называют пазом. Пазы бывают прямоугольными, Т-образными, типа «ласточкин хвост», фасонными, сквозными, открытыми, закрытыми и др. Обработка пазов является распространенной операцией на фрезерных станках различных типов и осуществляется дисковыми, концевыми и фасонными фрезами (рис. 4.9).



Сквозные прямоугольные пазы чаще всего фрезеруют дисковыми трехсторонними фрезами (рис. 4.9, а), дисковыми пазовыми или концевыми фрезами (рис. 4.9, б). При фрезеровании точных пазов ширина дисковой фрезы (диаметр концевой фрезы) должна быть меньше ширины паза, а фрезерование на заданный размер производят за несколько проходов. Обработка пазов концевыми фрезами требует правильного выбора направления вращения шпинделя станка относительно винтовых канавок фрез. Оно должно быть взаимно противоположным. Фрезерование замкнутых пазов производят на вертикально- фрезерных станках концевыми фрезами (рис. 4.9, г). Диаметр фрез следует принимать на 1... 2 мм меньше ширины паза. Врезание на заданную глубину резания осуществляют перемещением стола с заготовкой в продольном и вертикальном направлениях, затем включают продольное движение подачи стола и фрезеруют паз на необходимую длину с последующими чистовыми проходами по боковым сторонам паза.

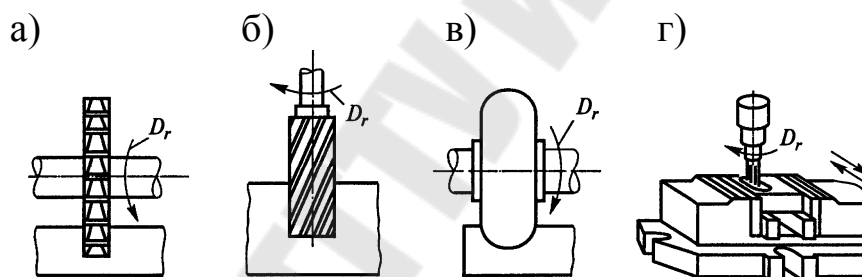


Рис. 4.9 - Схемы фрезерования прямоугольных и фасонных пазов:  
а - дисковой трехсторонней фрезой; б - дисковыми пазовой или концевой фрезами; г - концевой фрезой

Особенности фрезерования шпоночных пазов. Шпоночные пазы на валах подразделяют на сквозные, открытые, закрытые и полузакрытые. Они могут быть призматическими, сегментными, клиновыми и др. (соответственно сечениям шпонок). Заготовки валов удобно закреплять на столе станка в призмах. Для коротких заготовок достаточно одной призмы. При большой длине вала заготовку устанавливают на двух призмах.

Шпоночные пазы фрезеруют пазовыми дисковыми фрезами, пазовыми затылованными, шпоночными и насадными фрезами. Пазовая или шпоночная фреза должна быть установлена в диаметральной плоскости заготовки.

Фрезерование открытых шпоночных пазов с выходом канавки по окружности, радиус которой равен радиусу фрезы, производят дисковыми фрезами. Пазы, в которых не допускается выход канавки по радиусу окружности, фрезеруют концевыми или шпоночными фрезами.

Гнезда под сегментные шпонки фрезеруют хвостовыми и насадными фрезами на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках. Направление движения подачи - только к центру вала (рис. 4.10, а).

Для получения точных по ширине пазов обработку ведут на специальных шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей (рис.4.10,б). При этом способе фреза врезается на 0,2...0,4 мм и фрезерует паз по всей длине, затем опять врезается на ту же глубину и фрезерует паз на всю длину, но в другом направлении.

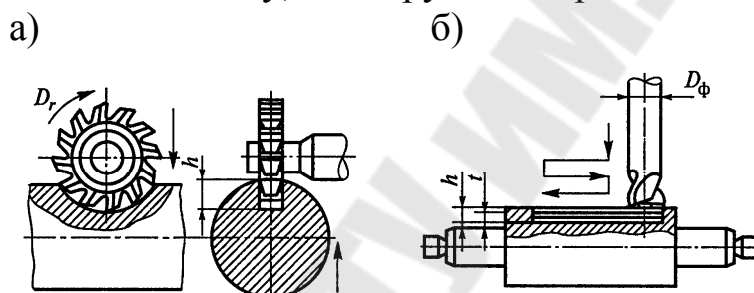


Рис. 4.10 - Фрезерование шпоночных пазов:

а - дисковыми фрезами с вертикальным или поперечным движением подачи; б - шпоночными фрезами с маятниковым движением подачи; h — глубина фрезерования;  $D_{\phi}$  - диаметр концевой фрезы; t - припуск, снимаемый за один проход инструмента

Для фрезерования шпоночных пазов рекомендуется применять шпоночные фрезы с  $S_z = 0,02...0,04$  мм/зуб при скорости резания  $V = 15... 20$  м/мин; дисковые пазовые фрезы с  $S_z = 0,03... 0,06$  мм/зуб при скорости резания  $V = 25...40$  м/мин.

Фрезерование уступов. Две взаимноперпендикулярные плоскости образуют уступ. На заготовках может быть один или несколько уступов. Обработка уступов - это распространенная операция, которую и осуществляют дисковыми или концевыми фрезами, или набором дисковых фрез (рис. 4.11, а - в) на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках так же, как и обработку пазов. Уступы, имеющие большие размеры, фрезеруют торцовыми фрезами (рис. 4.11, г).

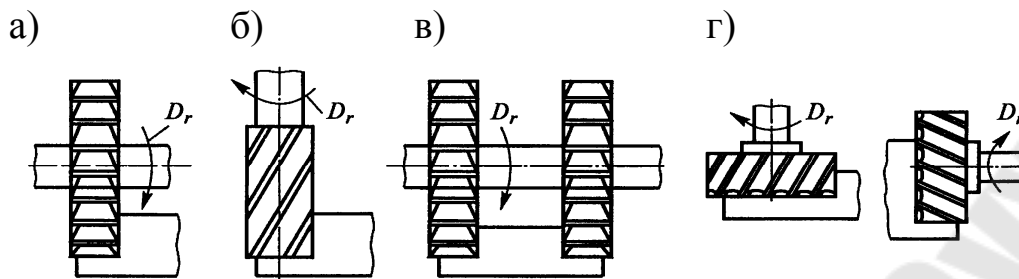


Рис. 4.11 – Схемы обработки уступов:

а - дисковыми фрезами; б - концевыми фрезами; в - набором фрез; г - торцовыми фрезами

Разрезание заготовок. Операции полного отделения части материала от заготовки, разделения заготовок на отдельные части, а также образования одного или нескольких мерных узких пазов (прорезей, шлицов) осуществляют отрезными и прорезными фрезами. Диаметр отрезной врезы следует выбирать по возможности минимальным с целью повышения ее жесткости и виброустойчивости.

Заготовки чаще всего устанавливают и закрепляют в тисках. Отрезку тонкого листового материала и его разрезку на полосы предпочтительнее вести при попутном фрезеровании и небольших подачах ( $S = 0,01 \dots 0,08$  мм/зуб). Скорости резания при отрезании отрезными и прорезными фрезами из быстрорежущей стали в зависимости от глубины фрезерования и подачи на зуб фрезы составляют: при обработке заготовок из серого чугуна  $V = 12 \dots 65$  м/мин; из ковкого чугуна –  $V = 27 \dots 75$  м/мин; из стали –  $V = 24 \dots 60$  м/мин.

Контроль пазов, уступов и разрезанных заготовок. Эту операцию производят штангенциркулем, рейсмасом, индикатором, измерительной линейкой, шаблоном, угольником и др. инструментами

### Технология фрезерования фасонных поверхностей

Обработку фасонных поверхностей на фрезерных станках можно осуществлять различными способами. Простейшим из них является фрезерование фасонных поверхностей фасонными фрезами (одной фрезой (рис. 4.12, а) или набором фрез (рис. 4.12, б)).

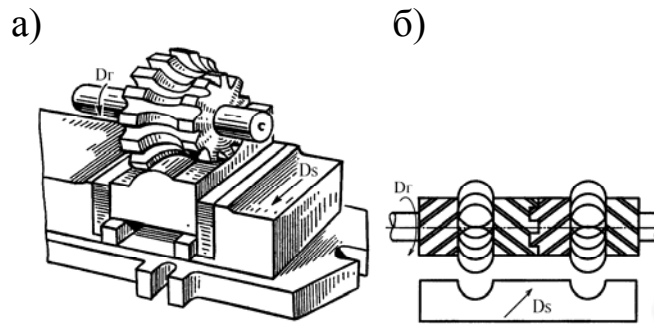


Рис. 4.12 – Фрезерование фасонной поверхности:  
а – фасонной фрезой; б – набором фрез

### Требования охраны труда

#### Основные правила безопасной работы на фрезерных станках

К основным причинам производственных травм фрезеровщика следует отнести несоблюдение требований безопасности при обслуживании станка и работе с режущим инструментом, установке заготовок, пользовании приспособлением, незнание правильных приемов работы на станке.

Обслуживание станка. Проверить легкость перемещения стола станка во всех направлениях ручными подачами, при необходимости ослабить стопорные устройства и установить стол в положение, удобное для установки фрезы.

При возникновении вибраций остановить станок и принять меры к их устранению, проверить состояние и крепление фрезы, надежность закрепления заготовки и приспособления, выбранные режимы резания.

Установка и смена фрезы. Перед установкой фрезы на станок проверить:

- качество заточки - режущие кромки не должны иметь выкрашиваний, трещин и прижогов;

- надежность и прочность крепления режущих зубьев в корпусе фрезы, а также степень их износа при условии, что фреза находилась в эксплуатации; если режущие кромки фрезы затупились или выкрошились, то фрезу необходимо заменить;

- посадочные поверхности фрезы, оправки, переходных втулок, цанги и шпинделя, а также торцы установочных колец, чтобы на них не остались загрязнения и волокна от обтирочного материала.

При установке и съеме фрез остерегаться ранений рук о режущие кромки. Для этого необходимо использовать рукавицы или предварительно надевать на фрезу кожаные, закрывающие ее режущие зубья.

При фиксировании хвостовика оправки или фрезы в шпинделе станка следует убедиться в том, что он садится плотно, без люфта. Фиксацию осуществляют, включив коробку скоростей во избежание проворачивания шпинделя.

После закрепления фрезы проверить биение ее режущих кромок. Настроить коробки скоростей и подач на заданные режимы, а также установить и закрепить упоры автоматического выключения подач.

Для снятия фрезы или оправки со стола применять специальную выколотку, предварительно разместив на столе станка деревянный лоток, предотвращающий порчу как инструмента, так и стола станка.

Установка заготовок и зажимных приспособлений. Перед установкой заготовок на стол станка или в приспособление очистить их от загрязнений; особое внимание обратить на состояние базовых поверхностей; при наличии на базовых поверхностях заусенцев, грата и других неровностей необходимо удалить их слесарным инструментом.

Места крепления заготовки следует выбирать как можно ближе к обрабатываемой поверхности. Особое внимание должно быть уделено состоянию поверхности стола.

Перед установкой заготовки на стол станка необходимо тщательно очистить его от загрязнений и стружки. В случае крепления заготовки на необработанные поверхности следует применять прихваты с насечкой.

Если обработку производят в приспособлении, то необходимо выполнить следующие работы:

- перед установкой приспособления протереть стол и посадочные места приспособления;
- при подналадке положения приспособления на столе станка применять только молотки со вставками из мягкого материала (меди, латуни);
- в случае крепления заготовки за необработанные поверхности необходимо оснастить тиски прижимными губками с насечкой;
- закрепляя заготовки в тисках за обработанные поверхности, их необходимо оснастить нагубниками из мягкого металла;

- при закреплении цилиндрических заготовок в патроне делительной головки следует применять разрезные втулки из мягкого металла и прокладывать фольгу.

Удалять стружку со стола после снятия каждой обработанной детали с помощью капроновых, волосяных или щетинных щеток (для этой цели может быть использован пылесос).

Производить установку и съем тяжелых заготовок и приспособлений (с массой более 20 кг) только с помощью подъемных устройств; освободить заготовку от подвески разрешается только после ее установки и надежного закрепления на станке.

#### Приемы работы на фрезерном станке:

- заготовку подавать к фрезе только после включения вращения шпинделя, при этом механическую подачу включать до соприкосновения фрезы с заготовкой;

- перед остановкой станка необходимо сначала выключить подачу, затем отвести фрезу от обрабатываемой детали и выключить вращение шпинделя;

- отводить фрезу на безопасное расстояние, чтобы не повредить руки о ее режущие кромки при съеме обработанной детали или ее измерении на станке;

- регулировать правильность подвода СОЖ в зону резания;

- избегать размещения на столе станка режущих, вспомогательных и измерительных инструментов, а также других заготовок и ранее обработанных деталей.

- надежно и жестко закреплять приспособления, фрезу и заготовки на станке;

- обязательно применять ограждения и приспособления для улавливания и отвода стружки, а в случае невозможности их использования - применять средства индивидуальной защиты (очки или щитки);

- запрещается обдувка стола сжатым воздухом и использование металлических щеток и крючков на работающем станке;

- удалять стружку в процессе работы только кисточкой, длина ручки которой должна быть не менее 250 мм. Не допускать наличие разбросанной по полу стружки;

- удалять стружку с приспособления, со стола и станины щеткой, а очищать от стружки и загрязнений пазы стола и другие

труднодоступные места - кисточкой или заостренной деревянной палочкой. Сбирать стружку с основания станка и убирать ее в специальный ящик;

- не нарушать правило, запрещающее работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами, не защищенными резиновыми напальчниками.

- запрещается измерять заготовку в процессе ее фрезерования.

#### Дополнительные требования к станкам фрезерной группы

1 Зону обработки в универсальных фрезерных станках консольных и с крестовым столом, а также в сверлильно-фрезерно-расточных станках ограждают защитным устройством (экраном), имеющие следующие требования:

- конструкция и прочность защитных устройств должны обеспечивать защиту работающего от травм и выбираться с учетом выполняемых ими функций. Предпочтительно изготовление сплошных защитных устройств.

- точность изготовления и установка защитных устройств должны исключать их перекося и смещение относительно положения, определяемого элементами конструкции станка.

- регулируемые элементы защитных устройств при наладке станков, в зависимости от размеров заготовки закрепляют без применения слесарно-монтажного инструмента.

- защитные устройства изготавливают толщиной, не менее: из листовой стали - 0,8 мм, листового алюминия - 2,0 мм или ударопрочной пластмассы - 4 мм. При необходимости защитные устройства оборудуют смотровыми окнами достаточных размеров, защищенными трехслойным листовым стеклом марки «Сталинит» по ГОСТ 5727 толщиной не менее 4 мм. Допускается применение других материалов, не уступающих упомянутым выше материалам по эксплуатационным свойствам.

- расстояние от движущихся элементов и узлов станка до поверхности защитных устройств, изготовленных из листового материала с круглыми или квадратными отверстиями или из сетки, должно быть не менее указанных в таблице 1.

Таблица 1. Расстояние от движущихся элементов и узлов станка до поверхности защитных устройств

Наибольший диаметр окружности, вписанной в отверстия защитного устройства (решетки, сетки), мм	Расстояние от движущихся элементов и узлов станка до поверхности защитного устройства, мм
До 8	15
Св. 8 до 25	120
Св 25 до 40	200

2 В универсальных фрезерных станках консольных и с крестовым столом с шириной 320 мм и более, а также во всех фрезерных станках с программным управлением, закрепление инструмента должно осуществляться механизировано. Органы управления приводом для закрепления инструмента должны быть удобно расположены.

3 В горизонтально-фрезерных и вертикально-фрезерных станках высотой не более 2,5 м задний конец шпинделя вместе с выступающим концом винта для закрепления инструмента, а также выступающий из поддержки конец фрезерной оправки, ограждают быстросъемными кожухами.

4 В универсальных фрезерных станках консольных и с крестовым столом шириной до 630 мм время остановки шпинделя (без инструмента) после его выключения не должно превышать 6 с.

5 Сверлильно-фрезерно-расточные станки с поворотным столом должны иметь блокировку, обеспечивающую включение привода вращения поворотного стола только после окончания закрепления стола-спутника.

## СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель и порядок выполнения работы.
3. Компоновка горизонтального консольно-фрезерного станка и описание его основных узлов.
4. Эскиз детали (задается преподавателем).
5. Описание маршрута обработки детали и расчет режимов резания.



6. Наладка и настройка станка для обработки детали с поясняющими схемами закрепления заготовки и инструмента.
7. Применяемый инструмент для контроля обработанных поверхностей.
8. Заключение о годности детали.
9. Основные правила и безопасные методы производства работ на станке.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие операции выполняют на фрезерных станках?
3. Назовите основные типы фрезерных станков.
7. Расскажите о работе стола и салазок консольно-фрезерного станка.
8. Расскажите об инструментальной оснастке фрезерных станков.
9. Какие приспособления для крепления заготовок используют на фрезерных станках?
10. Какие специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков, вы знаете?
11. Укажите технологические возможности обработки на консольно-фрезерных станках.
12. Как производят фрезерование плоскостей?
13. Расскажите, какими фрезами осуществляют обработку плоскостей и в каких случаях.
14. Какие показатели точности размеров и шероховатости поверхности достигаются при фрезеровании?
15. Как осуществляют обработку заготовок с наклонными плоскостями и скосами?
16. Каким мерительным инструментом контролируют обработку плоских и торцовых поверхностей?
17. Как вы представляете себе деталь, имеющую сопряженные плоскости и многогранники?
18. Расскажите об обработке заготовок, имеющих сопряженные плоскости.
19. Как осуществляют контроль деталей, имеющих сопряженные плоскости и многогранник?
20. Расскажите о технологии фрезерования пазов.

21. Каковы особенности фрезерования шпоночных пазов на валах?
22. Что вы знаете о технологии фрезерования канавок?
23. Какие особенности технологии фрезерования уступов вам известны?
24. Расскажите о технологии разделения заготовок на фрезерных станках.
25. Как производится контроль пазов, уступов и разрезанных заготовок?
26. Как обрабатывают фасонные поверхности на различных фрезерных станках?
27. Какие приемы фрезерования выпуклых и вогнутых поверхностей на вертикально-фрезерном станке вы знаете?
30. Расскажите об основных правилах и приемах безопасной работы на фрезерных станках.
31. Почему нельзя обдуть стол фрезерного станка сжатым воздухом?
32. Можно ли работать на станке с забинтованными пальцами?
33. Назовите дополнительные требования безопасности, предъявляемые к станкам фрезерной группы

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Слушателям запрещается самостоятельно входить в станочный парк (производственное помещение, в котором размещено действующее оборудование).
2. Слушателям запрещается самостоятельно включать станок в электрическую сеть и производить любые виды работ при включенном станке.
3. Демонстрацию работы станка, а также обработку на нем заготовок имеет право производить только учебный мастер или преподаватель с соответствующей формой допуска.
4. В процессе выполнения работы учебный мастер или преподаватель, проводящий лабораторную работу, обязаны постоянно осуществлять контроль за действиями слушателей, находящихся в производственном помещении, особенно при выполнении ими этапов работы.

5. Перед включением станка в сеть учебный мастер или преподаватель обязаны проверить:
- наличие и надежность закрепления заземления;
  - надежность закрепления инструмента и инструментальных блоков;
  - надежность установки и крепления настраиваемых узлов и деталей;
  - надежность закрепления заготовки.
6. Перед пуском станка должны быть установлены и закреплены все ограждающие и защитные устройства, а слушатели занять удобное для обзора и безопасное место.
7. При любой, даже непродолжительной остановке станка, производить полное его отключение от питающих сетей.
8. Запрещается производить измерение детали во время работы станка.
9. Запрещается опираться на оборудование и находится в зоне действия подвижных органов станка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барбашов Ф.А. Фрезерные работы: Учеб. пособие для сред. Проф.-техн. уч. – М.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
2. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования / Б.И.Черпаков, Т.А.Альперович. – М.: Издательский центр «Академия». 2003. – 368 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя / А.М.Дальский, А.Г.Суслов, А.Г.Косилова и др.; Под. ред. А.М.Дальского. – М.: - Машиностроение, 2003. – т. 1. – 912 с., т.2.- 943 с.
4. Суслов А.Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд. Перераб. И доп. М.: Машиностроение. 2007. – 430 с.

## Лабораторная работа № 5

# ДАТЧИКИ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с классификацией и основными характеристиками датчиков. Изучение различных видов тензометрических датчиков, принципов их работы, применения в системах автоматики.

### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Элементы автоматики разделяются на первичные, промежуточные и конечные.

Первичные непосредственно воспринимают воздействие контролируемого параметра. К первичным относятся чувствительные элементы и датчики. Конечные элементы оказывают управляющее или регулирующее воздействие на объекты автоматики. К конечным элементам относятся исполнительные механизмы, Промежуточные элементы преобразуют сигнал передаваемый от первичных элементов в требуемое воздействие для работы конечных элементов.

Датчики - первичные элементы автоматики, которые предназначены для преобразования контролируемого параметра в величину более удобную для дальнейшей передачи и обработки. В пневмоавтоматике датчик преобразует измеряемую физическую величину в изменение давления или расхода воздуха. В гидроавтоматике - в изменение давления или расхода жидкости. В электроавтоматике - в изменение параметров электрического тока.

Датчики классифицируются:

1) По характеру воздействия различают датчики прямого и косвенного воздействия. Прямого - контролируемый параметр непосредственно воздействует на датчик, косвенного - контролируемый параметр воздействует на чувствительный элемент, который в свою очередь, действует на датчик.

2) По способности генерировать сигнал подразделяются на параметрические и генераторные.

Параметрические используются при преобразовании неэлектрических величин параметра в электрические, для измерения их требуется источник питания.

Генераторные - неэлектрическая величина измеряемого параметра преобразуется в электрическую без источника питания.

3) По наличию механического контакта с объектом - контактные и бесконтактные.

4) По роду энергии: механические, электрические, гидравлически, пневматические, комбинированные

5) По виду выходного сигнала датчики подразделяются на двухпозиционные и пропорциональные. Двухпозиционные - это датчики логического состояния (да-нет, вкл-выкл). Это путевые переключатели, датчики наличия детали, датчики блокировки. У пропорциональных датчиков выходная величина изменяется пропорционально изменению входной величины. Пропорциональные датчики бывают двух видов - аналоговые и дискретные. У аналоговых непрерывное изменение входной величины соответствует аналогичному изменению выходной величины. У дискретных непрерывное изменение входной величины соответствует дискретному (прерывистому) изменению выходной величины. Дискретные датчики могут быть кодовыми и импульсными. У кодовых датчиков при изменении входной величины на выходе имеется код, чаще всего двоичный. У импульсных - при изменении входной величины на выходе меняется количество импульсов. Подсчитав число импульсов получают численное значение. Понятно, что кодовые и импульсные датчики удобны при применении вычислительной управляющей техникой.

Датчик, как и любой элемент автоматики, имеет свой вход и выход. На вход поступает информация, в элементе ее форма преобразуется в другую, необходимую для дальнейшего движения и действия.

Функциональная зависимость выходной величины  $y$  от входной  $x$ , выраженная математически или графически, называется *статической характеристикой* датчика.

Когда выходная величина  $y$  находится в определенной, заранее установленной непрерывной функциональной зависимости от значения входной величины  $x$ , то статическая характеристика воспринимающего блока непрерывна.

Свойства датчиков могут быть определены с помощью ряда общих характеристик:

1. *Статический коэффициент преобразования* или статическая чувствительность представляет собой отношение изменения выходной величины  $dy$  к изменению входной  $dx$ :

$$k_{cm} = \frac{dy}{dx}, \quad (5.1)$$

Статический коэффициент чувствительности  $k_{cm}$  меняется с изменением входной величины и получает постоянное значение при прямолинейной статической характеристике.

2. *Гистерезисом* называется неоднозначность хода статической характеристики датчика при увеличении и уменьшении входной величины. Гистерезис выражается в процентах:

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{x_H} \cdot 100\%, \quad (5.2)$$

где  $\Delta x = x_{\max} - x_H$ ;  $-\Delta x = x_{\min} - x_H$ ;  $x_H$  – номинальное значение входной величины.

3. *Порог чувствительности* – это минимальная входная величина, вызывающая изменение выходной величины, которую можно обнаружить с помощью данного датчика.

4. *Номинальная характеристика датчика* (рис. 5.1) - это характеристика, указанная в его паспорте. Отклонение реальной характеристики датчика от номинальной является погрешностью датчика [1].

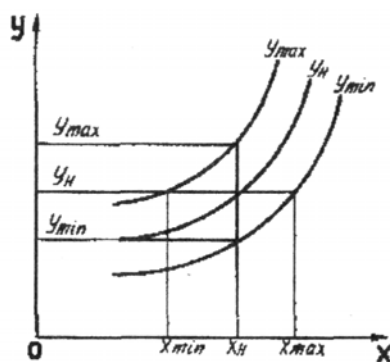


Рис. 5.1.  $y = f(x_H)$  Номинальная характеристика датчика

5. *Погрешность датчиков* выражается как в абсолютных единицах:

$$\begin{aligned}\Delta y &= y_{\max} - y_H; \\ -\Delta y &= y_{\min} - y_H,\end{aligned}\tag{5.3}$$

так и в относительных процентах:

$$\delta_y = \frac{\Delta y}{y_H} \cdot 100\%.\tag{5.4}$$

6. *Рабочий диапазон* - диапазон изменения входной величины, при котором погрешность преобразования не превышает допустимых значений.

7. *Инерционность датчика* – время запаздывания при передаче сигнала в переходном режиме работы.

Тензометрические датчики.

Тензометрические методы измерения деформаций, усилий и напряжений основаны на масштабном преобразовании деформаций поверхности исследуемого объекта с помощью тензометров и тензометрических датчиков.

По принципу действия тензометры и тензометрические датчики подразделяются на: механические, оптические, пневматические, струнные и электрические.

В механических тензометрах деформация базы преобразуется с помощью механической передачи, чаще всего - рычажной или рычажно-шестеренной с увеличением до 200 раз.

В оптических тензометрах отсчет производят по отклонению на шкале светового луча или с помощью картины интерференциальных или муаровых полос.

В пневматических тензометрах деформация чувствительного элемента преобразуется в изменение расхода воздуха через измерительное сопло и перепад давления, измеряемый, например, с помощью U-образного манометра.

В струнных (акустических) тензометрах используется зависимость частоты собственных колебаний струны от величины напряжения в струне.

В электрических тензометрических датчиках деформация датчика приводит к изменению параметров электрической цепи, в которую включен датчик или к генерированию датчиком электрических сигналов.

Электрические тензометрические датчики подразделяются на угольные датчики сопротивления, емкостные датчики, пьезокварцевые датчики, индуктивные датчики и тензорезисторы.

Действие угольных датчиков основано на изменении электрического сопротивления прессованных из угольного порошка таблеток при изменении осевой нагрузки, приложенной к столбику этих таблеток.

В емкостных и индуктивных датчиках деформация чувствительного элемента вызывает изменение расстояния между пластинками конденсатора у емкостных и между якорем и сердечником индукционной катушки - у индуктивных.

У пьезокварцевых датчиков генерируются электрические заряды на свободных гранях пьезоэлектриков пропорционально приложенной к кристаллу механической нагрузке.

Наибольшее распространение в качестве тензометрических датчиков получили тензорезисторы, действие которых основано на изменении электрического сопротивления металлов и полупроводников под действием деформации. Тензорезисторы могут быть выполнены в виде петлевидной решетки из тонкой проволоки или фольги, а также в качестве пластинки монокристалла из полупроводникового материала. Тензорезистор может быть образован напылением в вакууме полупроводниковой пленки и другими способами.

За тензорезисторами, как самыми распространенными, закрепилось общее для группы электрических тензометрических датчиков название - тензодатчики.

Изменение сопротивления  $\Delta R$  проволоки при ее растяжении или сжатии связано с относительной деформацией  $\varepsilon$  соотношением:

$$\Delta R = k \cdot \varepsilon \cdot R, \quad (5.5)$$

где  $R$  - номинальное сопротивление датчика;  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  - относительное удлинение датчика;  $k$  - коэффициент чувствительности материала.



Коэффициент чувствительности  $k$  зависит от вида материала и технологии изготовления проволоки датчика; его величину определяют экспериментально. Наибольшее применение получили датчики, выполненные из константановой и нихромной проволоки, для которых  $k = 1,9...2,1$ .

Основными техническими параметрами тензодатчиков являются:

- а) чувствительность;
- б) номинальное электрическое сопротивление;
- в) максимальная рассеиваемая мощность;
- г) геометрические размеры.

Проволочный тензодатчик состоит из проволоки, основания, клея и выводных проводников.

При изготовлении тензодатчиков применяется проволока из константана (сплав с содержанием 60 % меди и 40 % никеля), нихрома (сплав с содержанием 65 % Ni, 20 % Fe и 15 % Cr) и сплава "изоэластик" (50 % Fe, 36 % Ni, 8 % Cr, 3,5% Mn, Si, V, Cu, 0,5 % Mo).

Оптимальный диаметр проволоки составляет около 0,02 мм. В тензодатчиках сопротивления из фольги вместо проволоки круглого поперечного сечения используется топкая лента фольги из сплава меди с никелем. Лента имеет прямоугольное поперечное сечение размером  $0,0125 \times 0,25$  мм.

Так как площадь поперечного сечения такой ленты на порядок больше площади поперечного сечения круглой проволоки диаметром 0,02 мм, то сопротивление тензодатчика из фольги приблизительно в 10 раз меньше сопротивления соответствующего тензодатчика из проволоки круглого поперечного сечения.

Основание тензодатчика служит для механического закрепления проволоки и для электрической изоляции ее от детали, на которую наклеивается тензодатчик. В качестве материала для основания проволочных тензодатчиков используется: простая бумага; бумага, пропитанная фенольной смолой (бакелитом); пластмасса типа лаков; для основания фольговых датчиков - пленка из эпоксидной пластмассы. Толщина основания - 0,05 мм.

Клей предназначен для крепления проволоки к основанию тензодатчиков и тензодатчика в целом - к исследуемой детали. В отечественной практике используется карбонильный клей и клей на основе эпоксидной смолы холодного отверждения. Зарубежными

исследователями применяются нитроцеллюлозные клеи, затвердевающие при нормальной температуре за счет испарения растворителя и термоотверждаемые клеи, например, на основе фенольной смолы.

Выводные проводники должны обеспечить надежное присоединение к проволоке тензодатчика, обладать достаточной механической прочностью и должны быть прочно закреплены на основании тензодатчика. Перечисленным условиям удовлетворяет проволока диаметром 0,15...0,3 мм. Присоединение измерительной проволоки тензодатчика к выводам осуществляется обычно путем пайки твердым или мягким припоем.

Для предохранения проволоки от механических повреждений, ее полностью утапливают в основании датчика или закрывают полоской фетра.

На рис. 5.2 показаны схемы проволочных решеток тензодатчиков. В наиболее распространенном тензодатчике с параллельной решеткой (рис.5.2а) проволока образует прямоугольную решетку из параллельных линий, сопряженных по концам полуокружностями.

Недостаток тензодатчика такого типа в том, что проволоке в местах закругления часто сообщается деформация исследуемой детали в направлении, перпендикулярном продольной оси тензодатчика, что может приводить к искажению результатов измерения.

При известном расположении и размерах решетки тензодатчика, получаемая погрешность измерений, которая составляет около 5...10 %, может быть рассчитана и учтена введением соответствующих поправок. В тензодатчиках с поперечными перемычками (рис. 5.2б) петли между рядами проволоки заменены медными поперечными перемычками большого сечения. Так как поперечные перемычки тензодатчика практически не меняют своего сопротивления при действии поперечной деформации, то тензодатчик данного типа не имеет недостатков, присущих тензодатчику с параллельной решеткой.

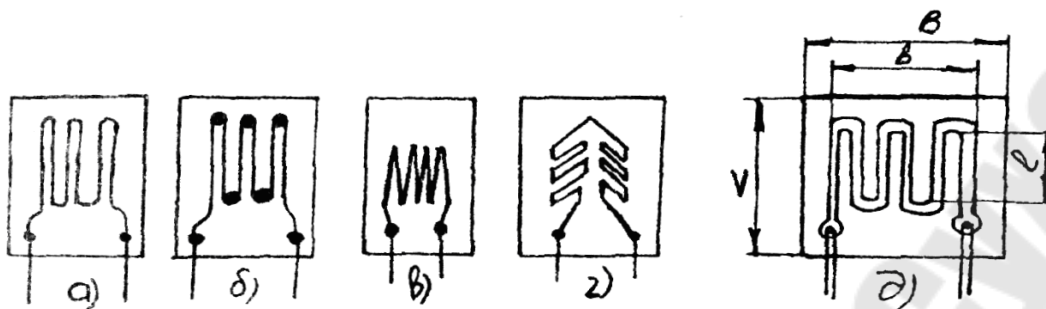


Рис. 5.2. Схемы тензодатчиков

Тензодатчик с плоской катушкой (рис. 5.2в) изготавливается путем намотки проволоки в виде цилиндрической катушки, которую затем сплющивают и в таком виде наклеивают на плоское основание. Тензодатчики такого типа могут быть изготовлены с меньшей длиной базы, но обладают тем недостатком, что часть проволоки, образующая верхние половины сплюснутых витков решетки, находится на сравнительно большом расстоянии от основания тензодатчика. Поперечная деформация тензодатчиков с плоской катушкой в большинстве случаев незначительна.

В датчике напряжения (рис. 5.2г) проволока расположена в виде двойной решетки, параметры которой подобраны так, что отношение поперечной чувствительности к продольной равно коэффициенту Пуассона для материала исследуемой детали. При выполнении этого условия выходное напряжение измерительного устройства с таким датчиком пропорционально напряжению в материале детали, действующему в направлении продольной оси датчика.

Тензодатчик с одиночной проволокой состоит из одной единственной проволоки, размещенной вдоль продольной оси датчика. Такие датчики не чувствительны к удлинениям в поперечном направлении, но имеют малое сопротивление или выполняются с большой длиной базы.

В последнее время наряду с проволочными датчиками в практике начинают широко применяться фольговые тензодатчики сопротивления. Сущность технологического процесса их изготовления состоит в следующем: на поверхность заготовки из фольги сплава никеля с медью толщиной 0,012 мм наносится слой клея толщиной 0,05 мм, выполняющий после затвердеваний функцию основания тензодатчика, затем на поверхность фольги наносят типографским или фотографическим способом рисунок решетки требуемой формы, выполненный кислотоупорной краской или

эмульсией и производят растворение свободных от краски участков фольги в кислотной ванне. В результате получается готовая решетка тензометра.

Типичный тензодатчик этого вида, выполненный с параллельной решеткой показан на рис. 5.2 д.

Для обеспечения малой поперечной чувствительности тензодатчика места соединений продольных полосок фольги сделаны более широкими. Крайние полоски фольги имеют расширенные концы для припайки соединительных проводов.

Особенно важное преимущество тензодатчиков сопротивления из фольги связано с возможностью очень просто изготавливать решетку тензодатчика любой формы.

Прямоугольное сечение полосок фольги в сочетании с малой толщиной основания тензометра обеспечивает хорошее качество передачи удлинения от детали к решетке тензодатчика и обеспечивает интенсивный теплоотвод от решетки к детали при работе с токами большой силы.

Кроме того, у тензодатчиков из фольги очень просто решается проблема выводных проводников, вызывавшая большие трудности при всех конструкциях проволочных датчиков.

С помощью тензометров принципиально можно измерить любые физические величины, которые могут быть преобразованы в относительное удлинение.

Практически чаще всего с помощью тензодатчиков измеряют механические величины: растягивающие или сжимающие силы, давления, моменты, обычно используют при этом упругую деформацию детали той или иной формы (мездозы).

При работе с тензометрическими датчиками измерения осуществляют обычно по схеме неуравновешенного моста.

Схемы наклейки датчиков зависят от вида деформации. На рис. 1.3 показаны схемы включения в мост и наклейки одного (а), двух (б) и четырех (в) датчиков при изгибе бруса.

В схеме  $T_1, T_2, T_3, T_4$  - сопротивления датчиков;  $R_1, R_2, R_3$  - постоянные сопротивления;  $r$  - сопротивление, используемое для настройки нуля,  $I$  - измерительный прибор,  $P$  - сила.

Применение второго датчика или двух пар датчиков приводит к повышению чувствительности моста соответственно в два раза и четыре раза. Включение второго датчика необходимо также для температурной компенсации, и компенсации не измеряемых

деформаций для исключения их влияния при действии сложной деформации.

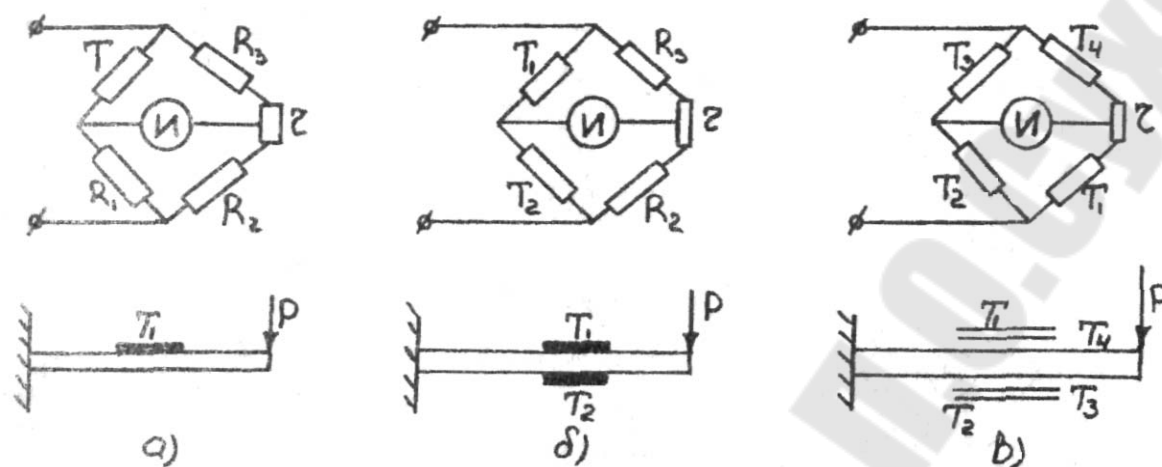


Рис. 5.3. Схемы включения в мост тензодатчиков

На рис. 5.4 показаны схемы наклейки основного  $T_1$  и компенсационного датчиков  $T_2$  при измерении деформаций растяжения и сжатия.

В схеме а) компенсационный датчик не деформируется, он используется только для температурной компенсации.

В схеме б) компенсационный датчик наклеен на испытуемую деталь в поперечном направлении. Включение в схему такого датчика обеспечивает компенсацию поперечной деформации и повышение чувствительности моста в  $(1+\mu_{\text{пр}})$  раз.

На рис. 5.5 показаны схемы наклейки основного и компенсационного датчиков при измерении деформаций изгиба.

Крутящие моменты проще всего определить путем измерения двухосного относительного удлинения на поверхности цилиндрического вала, закрученного измеряемым моментом (рис. 5.6) [2]. При расположении тензодатчиков в соответствии с рис. 5.6 исключается влияние напряжения от изгиба и растяжения вала и обеспечивается максимальная чувствительность при измерении крутящего момента.

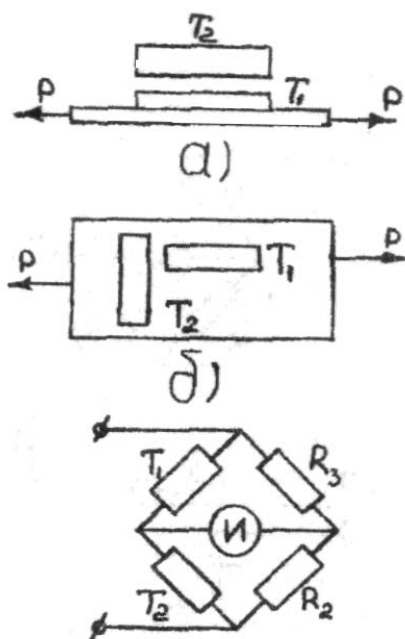


Рис. 5.4. Схема наклейки датчиков при измерении растяжения.

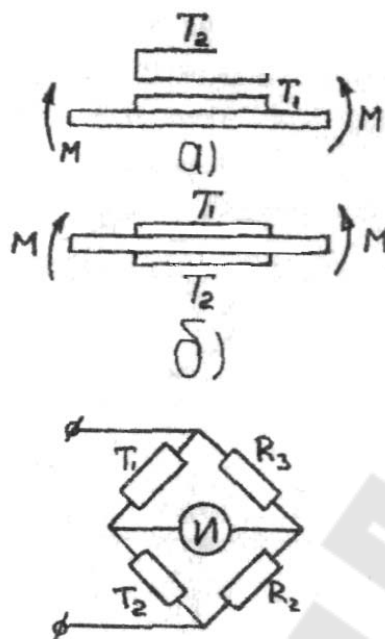


Рис.5.5. Схема наклейки датчиков при измерении изгиба.



Рис.5.6. Схема наклейки датчиков при измерении кручения.

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

В лабораторной работе для изучения используются различные виды датчиков: проволочные тензометрические датчики с параллельной решеткой, с поперечными перемычками, с плоской катушкой, датчики напряжения, фольговые датчики сопротивления; а также оборудование, имеющееся в лабораториях кафедры.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Изучение отдельных датчиков производится без их включения в электрическую сеть. Расположение датчиков на оборудовании, рабочих и средствах автоматизации изучается только при их отключении от сети. Изучение участия датчиков в работе оборудования, роботов и средств автоматизации производится при управлении ими учебным мастером. Слушатели при этом должны находиться на безопасном расстоянии.

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Изучить отдельные датчики, определить их тип, конструкцию и принцип действия.

5.2. Изучить тензорезисторы и выявить роль, которую играют эти датчики. Сделать эскизы схем их расположения и дать описания их работы.

5.3. Изучить работу оборудования, роботов и средств автоматизации, определив, какую роль при их работе играют тензорезисторы.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о работе должен содержать следующие данные: цель работы, принципы действия датчиков, краткое описание конструкций датчиков.

Примечания:

1. Данные, заимствование из литературы, должны быть снабжены ссылкой на источник (автор, наименование, источника, номер таблицы или страницы).

2. Отчет должен быть оформлен каждым слушателем самостоятельно, четко, аккуратно и грамотно.

3. Примечания относятся и к последующим отчетам.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое датчик? Виды датчиков.

2. Что собой представляет статическая характеристика датчика и как она определяется?

3. Что такое статический коэффициент преобразования и коэффициент чувствительности датчика и как он определяется?

4. Как определяется гистерезис датчика?

5. Какими параметрами характеризуется погрешность датчика?

6. Что такое номинальная характеристика датчика?

7. Классификация тензометров и тензодатчиков по принципу действия.

8. Типы электрических тензометров и тензодатчиков.

9. Способы изготовления и устройства тензорезисторных датчиков.

10. Способы температурной компенсации.

11. Способы наклейки датчиков при измерении напряжения изгиба и кручения.

## Лабораторная работа № 6

### ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПОВ ДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНЫХ И БЕСКОНТАКТНЫХ ПУТЕВЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Путевые (конечные) выключатели относятся к простейшим двухпозиционным датчикам, типа датчиков логического состояния: «ДА»-«НЕТ», «ВКЛЮЧЕНО»-«ВЫКЛЮЧЕНО». Устанавливаются они на пути движения подвижных частей оборудования, инструмента, средств автоматизации, деталей, а также в командоаппаратах. Эти датчики обеспечивают выдачу командных воздействий при достижении датчиком подвижными частями или деталью, выступа кулачка или флажка командоаппарата.

По командам этих датчиков может производиться остановка привода одних подвижных частей и включение привода других, переключение режимов работы, например на замедленный или ускоренный ход и т.п.

Эти же выключатели могут использоваться для выдачи сигналов блокировки неправильных действий, сигналов наличия или отсутствия объекта.

По роду энергии путевые выключатели могут быть электрические, пневматические или гидравлические.

Наибольшее распространение получили электрические контактные и бесконтактные путевые выключатели.

Путевые (конечные) контактные электрические выключатели в зависимости от характера движения чувствительного органа подразделяются на нажимные и рычажные.

На рис. 5.1 дана упрощённая схема путевого (конечного) электрического контактного выключателя нажимного действия.

Работает датчик следующим образом: под воздействием подвижных частей оборудования, оснастки средств автоматизации или деталей, которые при своём движении перемещают нажимной штырь 1 и передвигают шток 2, преодолевая сопротивление пружины 3. Одновременно со штоком 2 перемещается контактный мостик 5, размыкая контакты 4 и выключая работающий исполнительный механизм, а затем замыкая контакты 7 и включая в работу другой исполнительный механизм. После освобождения нажимного штыря



от внешнего воздействия пружина перемещает шток, шток и мостик в исходное положение, размыкая контакты 7 и замыкая контакты 4.

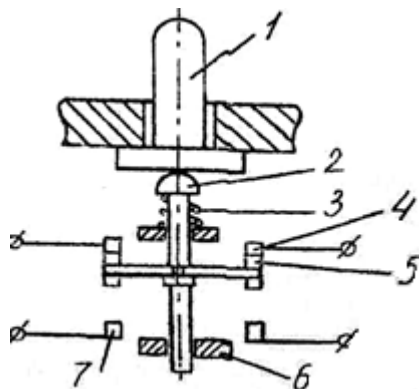


Рис. 5.1. Схема путевого (конечного) электрического контактного выключателя нажимного действия: 1- нажимной шток; 2- подвижный шток; 3 - пружине; 4 - нормально замкнутые контакты; 5 - контактный мостик; 6 - корпус датчика; 7 - нормально разомкнутые контакты

На рис. 5.2а изображен действующий по такому же принципу нажимной выключатель ВК-100. Обозначения те же, что и на рис. 5.1, кроме того, на рис. 5.2а показан винт для заземления корпуса выключателя.

По сравнению с ВК-100 у выключателя ВК-133 на конце штока установлен ролик, что позволяет оказывать внешнее воздействие не только строго по оси штока, но и с отклонением на угол до  $45^\circ$ .

У выключателей простого действия ВК-100 и ВК-133 при скоростях перемещения командного органа менее 0,4 м/мин длительно действующая электрическая контактная дуга быстро разрушает контакты. В связи с этим при малых скоростях перемещения применяют выключатели моментного действия: микропереключатели и поворотные путевые (конечные) выключатели.

На рис. 5.2б изображён микропереключатель МП-1М, требующий малого усилия для перемещения штока, отличающийся малыми размерами и высокой точностью работы.

Нажимной шток 1 переключателя нажимает при внешнем воздействии на контактную пружинящую пластину 2, находящуюся в положении близком к неустойчивому. Поэтому при небольшом

перемещении штока контактная пластина мгновенно перебрасывается от одного из контактов 4 к другому 3.

На рис. 5.2в изображен широко распространённый поворотный путевой выключатель ВК-211 в исходном положении. При внешнем воздействии на ролик 1 поворачивается рычаг 2 и поводок 9, соединённые валиком 8, при этом некоторое время планка 12, удерживаемая запирающей собачкой 13, остаётся неподвижной до тех пор, пока поводок 9 не отодвинет запирающую собачку. В этот момент подпружиненный шарик 11 мгновенно повернёт планку 12 и, связанный с ней валиком 7, рычаг 5. При этом происходит переключение одной пары контактов 4 двумя изолированными мостиками 3 на другую пару контактов. Две пары неподвижных контактов 4 смонтированы в неподвижных коробках 6. Возврат выключателя в исходное положение производится пружиной 10 после прекращения внешнего воздействия. Положение рычага 2 на валике 8 можно изменять в пределах  $\pm 45^\circ$ .

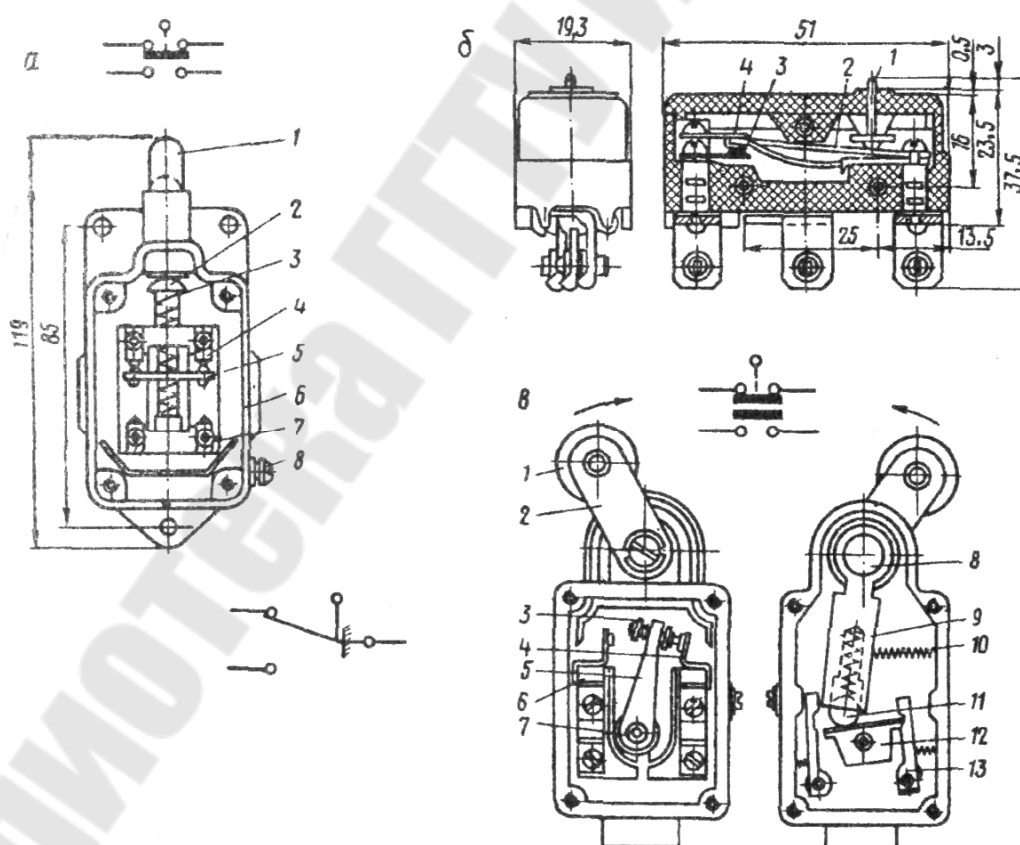


Рис. 5.2. Путевые (конечные) электрические выключатели:  
 а - ВК-100; б - микропереключатель МП-1М; в – поворотный выключатель ВК-211

Недостатком контактных электрических путевых выключателей является подгорание контактов при их размыкании образуемой электрической дугой, пожаро- и взрывоопасность, удары и износ при механическом внешнем контакте, чувствительность внешнего механического контакта к перекосам, отклонениям, зазорам в подвижных соединениях, недостаточная долговечность и надёжность.

В значительной степени лишены этих недостатков бесконтактные путевые электрические выключатели. На рис. 2.3 дана упрощённая схема, а на рис. 5.4 электрическая схема путевого бесконтактного выключателя БВК-24.

В корпусе 1 бесконтактного выключателя БВК-24 смонтирована электрическая схема и выполнен паз между сердечником трансформаторного датчика (рис. 5.3). В датчике выполнены три обмотки: первичная и две вторичные - положительной обратной связи  $W_{nc}$  и отрицательной обратной связи  $W_{oc}$  (рис. 5.4). Первичная обмотка включена в цепь коллектора транзистора  $T$ , вторичные включены встречно - последовательно в цепь его базы. Трансформаторный датчик и усилитель подключены к электромагнитному реле  $P$  таким образом, что оно срабатывает при введении в паз между сердечником датчика алюминиевого лепестка (экрана) 2, связанного с подвижной частью оборудования средства автоматизации 3 (рис.5.3). Контакты реле замыкаются, и включается в работу исполнительный механизм. При выведении лепестка из паза датчика реле отключается и контакты размыкаются.



Рис. 5.3. Упрощенная схема бесконтактного выключателя БВК-24: 1 - корпус выключателя; 2 - алюминиевый лепесток (экран); 3 - подвижная часть оборудования средства автоматизации; 4, 5 - управляемая цепь исполнительного механизма; 6, 7 - подвод питания датчика

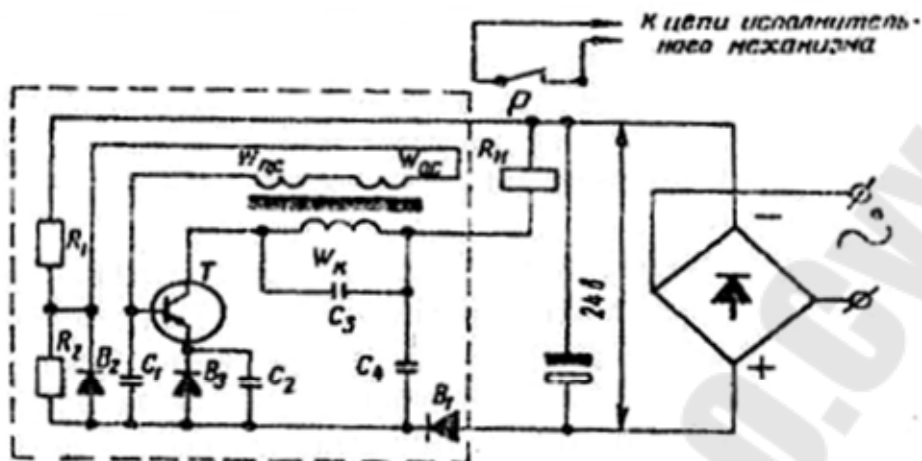


Рис. 5.4. Электрическая схема путевого бесконтактного выключателя БВК-24

В качестве путевых электрических выключателей могут использоваться также электрические магнитоуправляемые герметические контактные датчики - герконы. На рис. 5.5 приведена схема геркона.

При подходе магнита пружинные контакты замыкаются, при удалении размыкаются. Такой датчик имеет ряд достоинств: он малогабаритный, вакуум обеспечивает отсутствие электрической дуги и подгорания контактов. Магнит не касается датчика, т. е. отсутствует непосредственный механический контакт. Датчик прост по устройству, надёжен и долговечен.

В качестве путевых электрических выключателей можно также использовать индукционные локаторы ближнего действия, схема одного из которых дана на рис. 5.6.

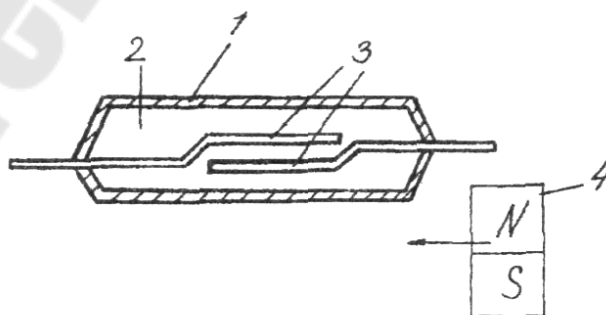


Рис. 5.5. Схема электрического магнитоуправляемого герметического контактного датчика (геркона): 1 - стеклянная оболочка; 2 - вакуумная полость; 3 - пружинные контакты; 4 - магнит

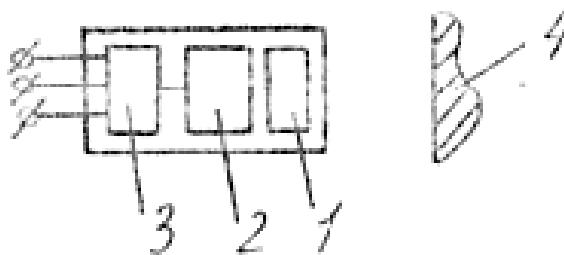


Рис. 5.6. Схема индукционного датчика У-511: 1 - чувствительный элемент - чашка; 2 - генератор синусоидальных колебаний; 3 - усилитель; 4 -металлический объект

Генератор создаёт гармонические синусоидальные колебания. При подходе к чувствительному элементу 1 металлического объекта 4 изменяется индуктивность системы, происходит выход из резонансного режима - срыв генерации колебаний. При этом усилитель выдаёт сигнал, который может быть использован в цепи управления для включения исполнительного механизма. Кроме того, индукционные датчики могут быть использованы как датчики наличия и правильного расположения заготовки в штампе, в загрузочном устройстве и т. п., как локаторы ближнего действия при обнаружении металлических объектов.

В качестве путевых выключателей могут использоваться также гидравлические и пневматические контактные и пневмоструйные бесконтактные датчики. В контактных при механическом внешнем воздействии преодолевая сопротивление пружины открывается клапан или перемещается золотник, обеспечивая подачу рабочей жидкости или сжатого воздуха в исполнительный гидро- или пневмоцилиндр. При открытии пневмоклапана, например, может осуществляться пневмосдвиг детали [3].

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

В лабораторной работе для изучения используются электрические контактные и бесконтактные путевые выключатели, микропереключатели, герконы, индукционные датчики, а также оборудование, промышленные роботы и другие средства автоматизации, имеющиеся в лабораториях кафедры.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Изучение отдельных датчиков производится без их включения в электрическую сеть. Расположение датчиков на оборудовании,

рабочих и средствах автоматизации изучается только при их отключении от сети. Изучение участия датчиков в работе оборудования, роботов и средств автоматизации производится при управлении ими учебным мастером. Слушатели при этом должны находиться на безопасном расстоянии.

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Изучить отдельные датчики, определить их тип, конструкцию и принцип действия

5.2. Изучить путевые выключатели, имеющиеся на оборудовании, роботах и средствах автоматизации кафедры. Выявить роль, которую играют эти датчики. Дать описание их работы.

5.3. Изучить работу оборудования, роботов и средств автоматизации, определив, какую роль при их работе играют путевые выключатели.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о работе должен содержать следующие данные: цель работы, принципы действия датчиков, краткое описание конструкций датчиков.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и область применения путевых выключателей.
2. Основные типы путевых выключателей.
3. Устройство и принцип действия путевого электрического контактного выключателя нажимного действия.
4. Устройство и работа микропереключателя.
5. Устройство и работа поворотного путевого выключателя.
6. Устройство и работа бесконтактного выключателя.
7. Устройство и работа геркона.
8. Устройство и работа индукционного датчика.
9. Тип и принцип действия путевых выключателей, установленных на конкретном оборудовании, работе, средстве автоматизации.

## ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКИЙ СЧЕТ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И СЧЕТЧИКА- СЕКУНДОМЕРА

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучение устройства и принципов действия фотоэлектрических датчиков и счётчика-секундомера.

1.2. Получение навыков измерения скорости движения подвижных частей оборудования, оснастки, средств автоматизации.

1.3. Ознакомление с принципами непосредственного автоматического счёта деталей.

### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При испытании автоматизированных комплексов после их проектирования и изготовления важным является определение их фактических технических характеристик, и том числе и скоростных показателей. От конкретных значений величин скоростей движения подвижных частей оборудования, оснастки, средств автоматизации, заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей во многом зависит правильная взаимосогласованная работа всего комплекса, его производительность. Определив скоростные параметры, можно выявить причины неисправностей и нарушений режимов работы, наметить пути совершенствования комплекса, повышение его производительности, получить уточненные данные для расчетов циклограммы работы комплекса, динамических расчётов.

На рис. 7.1 приведена схема определения скорости движения подвижных объектов с помощью фотоэлектрических датчиков и счётчика-секундомера. Движущийся объект 1 прерывает световой поток идущий от светоизлучателя 2 датчика Д1 на фотоприёмник 3 и даёт команду на запуск счетчика-секундомера 6. Прерывание светового потока от светоизлучателя 4 к фотоприемнику 5 датчика Д2 останавливает счётчик-секундомер.

Средняя скорость движения объекта между фотодатчиками будет равна:

$$V = \frac{l_0}{\tau}, \quad (7.1)$$

где  $l_0$  - расстояние между датчиками Д1 и Д2, м;  $\tau$  - время определяемое счётчиком-секундомером, с.

Достоинством такого способа измерения является отсутствие непосредственного механического контакта объекта с измерительной системой.

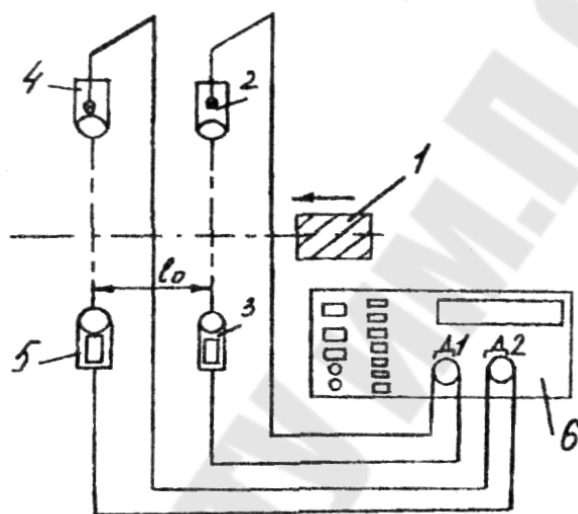


Рис. 7.1. Схема определения скорости объекта: 1 – движущийся объект; 2 – светоизлучатель датчика Д1; 3 – фотоприёмник датчика Д1; 4 – светоизлучатель датчика Д2; 5 – фотоприёмник датчика Д2; 6 – счётчик-секундомер

Системы автоматизированного счета деталей дают необходимую информацию для учета, планирования и управления производством. Наиболее надёжными из этих систем являются бесконтактные системы непосредственного счёта, одной из которых является система с использованием фотоэлектрического датчика счётчика-секундомера, приведённая на рис. 7.2.

Движущаяся по лотку 5 деталь 1 прерывает световой поток идущий от светоизлучателя 2 на фотоприёмник 3 датчика Д2 и даёт команду счётчику-секундомеру на счёт [4].



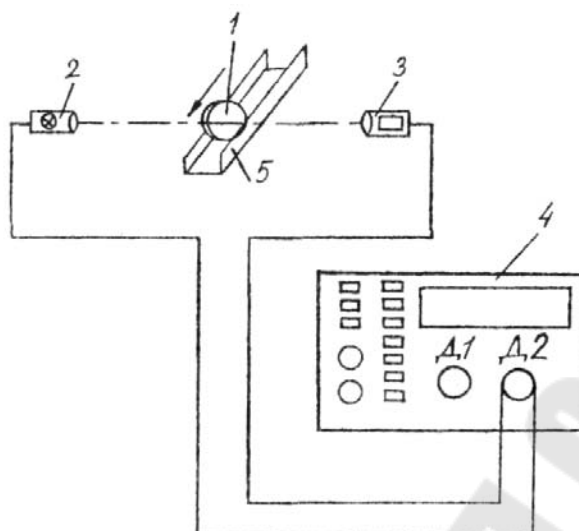


Рис. 7.2. Схема автоматического счёта деталей: 1 – деталь; 2 – светоизлучатель датчика Д2; 3 – фотоприёмник датчика Д2; 4 – счётчик секундомер; 5 – лоток

### 3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

В качестве объектов измерения скорости могут быть выбраны подвижные части прессов, промышленных роботов, подающих и передающих устройств и т. п., например, шибер шиберного питателя с индивидуальным пневмоприводом.

В качестве объектов отсчёта могут быть выбраны детали, перемещаемые после обработки в тару на автоматизированном или роботизированном комплексе. В качестве примера система может быть использована для счёта деталей поступающих из вибробункера.

Для закрепления датчиков используют штатив. Для измерения расстояния между датчиками используется линейка и штангенциркуль.

Счётчик-секундомер ССУ-М предназначен для измерения временных интервалов до 9,99 секунд с дискретностью 0,01 секунды с управлением от кнопок ПУСК, СТОП, либо от фотоэлектрических датчиков Д1 и Д2; для счёта импульсов до 999 от кнопки СТОП, либо от фотоэлектрического датчика Д2 при пересечении его луча непрозрачным предметом; для работы и качестве датчика временных интервалов с выдачей постоянного напряжения 5 В на нагрузку 11 Ом внешнего исполнительного устройства и автоматического прерывания его на задаваемые интервалы времени (0,5; 1,0; 2,0; 4 с), а также для счёта числа импульсов в задаваемые интервалы времени (0,5; 1,0; 2,0; 4 с). Счётчик-секундомер состоит из следующих узлов:

логического устройства; диодного дешифратора; блока-питания; кросс-платы с блоком индикации и платами переключателей.

На передней панели счётчика-секундомера расположены: клавиши и кнопки для управления режимом работы, гнезда разъёмов для подключения фотоэлектрических датчиков, гнезда для подключения внешних исполнительных устройств и индикаторное табло с зелёным светофильтром.

На задней панели счетчика секундомера расположены держатели предохранителей, сетевой шнур и мотовило для шнура, клемма заземления. Прибор имеет ручку для переноса.

#### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом работы счётчик-секундомер с помощью клеммы, расположенной на задней панели прибора должен быть заземлён. При выполнении работы следует соблюдать правила электробезопасности. При обнаружении неисправностей, следует немедленно прекратить выполнение работы и сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

#### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Установить штатив с фотоэлектрическим датчиком Д2 так, чтобы движущаяся из вибробункера деталь перекрывала световой луч датчика, подготовить прибор к работе, включив его в сеть.

5.2. Включить вибробункер и убедиться в том, что идет счёт деталей. Записать показания счётчика.

5.3. Выключить вибробункер и счётчик-секундомер.

5.4. Подготовить отчёт по работе.

#### 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчёт должен содержать; цель работы; схемы измерения скорости и счёта деталей, их описание; результаты расчёта скорости и счёта деталей; выводы по работе.

#### 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и устройство счётчика-секундомера.
2. Описание схемы определения скорости объекта.
3. Описание схемы автоматического счёта деталей.
4. Как производится счёт деталей и измерение скорости движения объектов?

## Лабораторная работа № 8

# ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРАВИЛЬНО-РАЗМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА, НАМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА, НОЖНИЦ ДЛЯ РЕЗКИ ОТХОДОВ

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение подготовки непрерывного бунтового материала к штамповке, удаления непрерывных отходов, конструкции разматывающих устройств, наматывающих устройств, ножниц для резки отходов, ознакомление с их работой и устройством.

### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Разматывающе-правильные устройства применяются для подготовки к штамповке непрерывного материала в виде ленты, широкорулонной стали или проволоки в автоматах, автоматических линиях, комплексах. Осуществляют сматывание ленты с рулона и ее правку перед подачей.

Разматывающе-правильные устройства могут выполняться в виде одного устройства или в виде двух - разматывающего отдельно и правильного устройства. Могут быть приводными и не приводными.

Неприводные используются для относительно легких бунтов массой до 30 кг. В этом случае лента разматывается правильным приводным устройством, а сам рулон устанавливается на неприводную катушку или на катки.

В приводных рулон устанавливается на кулачки барабана. Кулачки раздвигаются или с помощью винтового механизма вручную или с помощью пневмо- или гидропривода.

Схема подготовки непрерывного материала к штамповке на двухударном автомате представлена на рис.8.1.

Правкой называется операция по устранению дефектов заготовок и деталей в виде вогнутости, выпуклости, волнистости, коробления, искривления и т. д. Ее сущность заключается в сжатии выпуклого слоя металла и расширении вогнутого при прохождении материала через ролики (валки), расположенные в шахматном порядке. Металл подвергается многократному знакопеременному пластическому изгибу, при этом в слоях, обращенных к ролику возникают сжимающие напряжения, а с противоположной стороны - растягивающие. Эти напряжения больше предела текучести и

обеспечивают правку. Количество правильных роликов выбирается в зависимости от толщины материала.

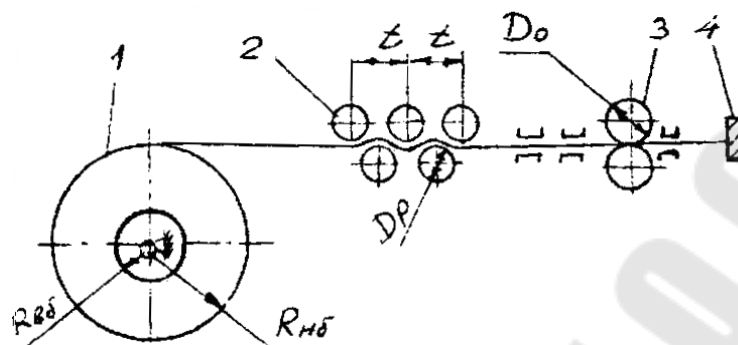


Рис.8.1. Схема подготовки проволоки к штамповке: 1-разматывающее устройство; 2-роlikоправильное устройство; 3-подающие ролики; 4-упор

При правке проволоки устанавливают два правильных устройства (две пары роликов). Оси роликов перпендикулярны друг другу, чтобы обеспечить правку в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Правильно-разматывающее устройство модели ПУ8 состоит из станины, привода, правильной головки, стойки фотореле, электрооборудования (рис.8.2).

Станина сварная из стальных листов. Внутри станины помещен привод, доступ к которому возможен через специальные окна. Правильная головка смонтирована в двух сварных корпусах. Верхний корпус, в котором находятся тянущий валок и два неприводных валка, может подниматься и опускаться в момент заправки ленты относительно нижнего корпуса. В нижнем корпусе установлено три правильных валка, тянущий и выходной валки.

Зазор между тянущими валками регулируется в зависимости от толщины ленты, усилие прижима создается пружинами.

Правильная головка устройств моделей ПУ7, ПУ9, ПУ10 приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу, червячный редуктор и зубчатую передачу, а устройств модели ПУ8 – от электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу.

Фиксация рулона у моделей ПУ7, ПУ9, ПУ10 – по наружному диаметру, у модели ПУ8 – по внутреннему диаметру.

Рулон ленты устанавливается на катки. Ограничение рулона по ширине осуществляется с помощью щек с установленными на них роликами.

Фотореле обеспечивает слежение за величиной петли ленты и синхронизирует работу привода устройства со скоростью перемещения ленты. Три фотореле установлены на станине, три – на стойке фотореле.

Управление кнопочное с пульта, расположенного на станине. Смазка ручная.

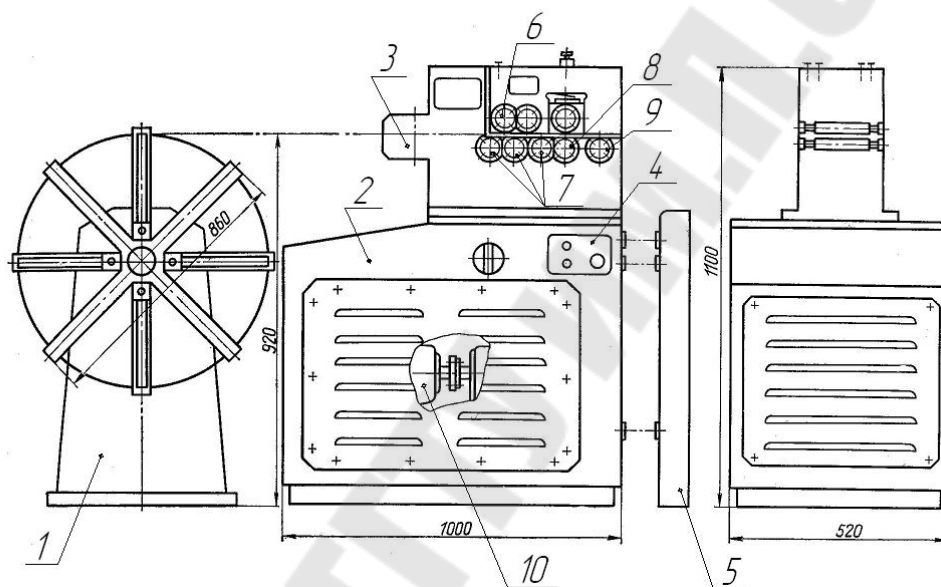


Рис. 8.2. Общий вид модели ПУ8: 1 - бабина подставная, 2- станина, 3 - головка правильная, 4 - пульт управления, 5 - стойка фотореле, 6 - неприводные правильные валки, 7 - приводные правильные валки, 8 - валки тянущие, 9 - выходной валок, 10 - электродвигатель

Наматывающие устройства предназначены для намотки отходов ленты после вырубки из нее соответствующих деталей.

Наматывающее устройство НУ11 (рис.8.3) состоит из станины, привода, наматывающего барабана, натяжных роликов, электрооборудования.

Станина сварная, коробчатой формы. В передней верхней части станины расположены натяжные ролики и пульт управления, в правой верхней части – наматывающий барабан. Внутри станины

находится привод. Доступ к узлам производится через дверку и окна в станине.

Привод от электродвигателя через клиноременную передачу, червячный редуктор и зубчатую передачу (рис.8.4).

Наматывающий барабан представляет собой сварную крестовину, в пазах которой перемещаются планки, имеющие прорезь для заправки конца ленты и пазы для установки на ширину ленты ограничительных штырей.

Для получения более плотного рулона отходов ленты служат натяжные ролики.

Для заправки ленты в натяжные ролики верхний валок поднимается вверх рукояткой, затем рукоятка ставится в исходное положение, валки опускаются и под действием пружин прижимаются к ленте.

Натяжение ленты осуществляется трением ленты тормоза (модель НУ 10 или НУ11) и трением в муфтах (модель НУ9), которое регулируется пружинами.

В устройстве предусмотрена система слежения за величиной петли ленты, которая синхронизирует работу привода устройства со скоростью перемещения ленты автоматической подачей.

Управление кнопочное с пульта. Смазка ручная.

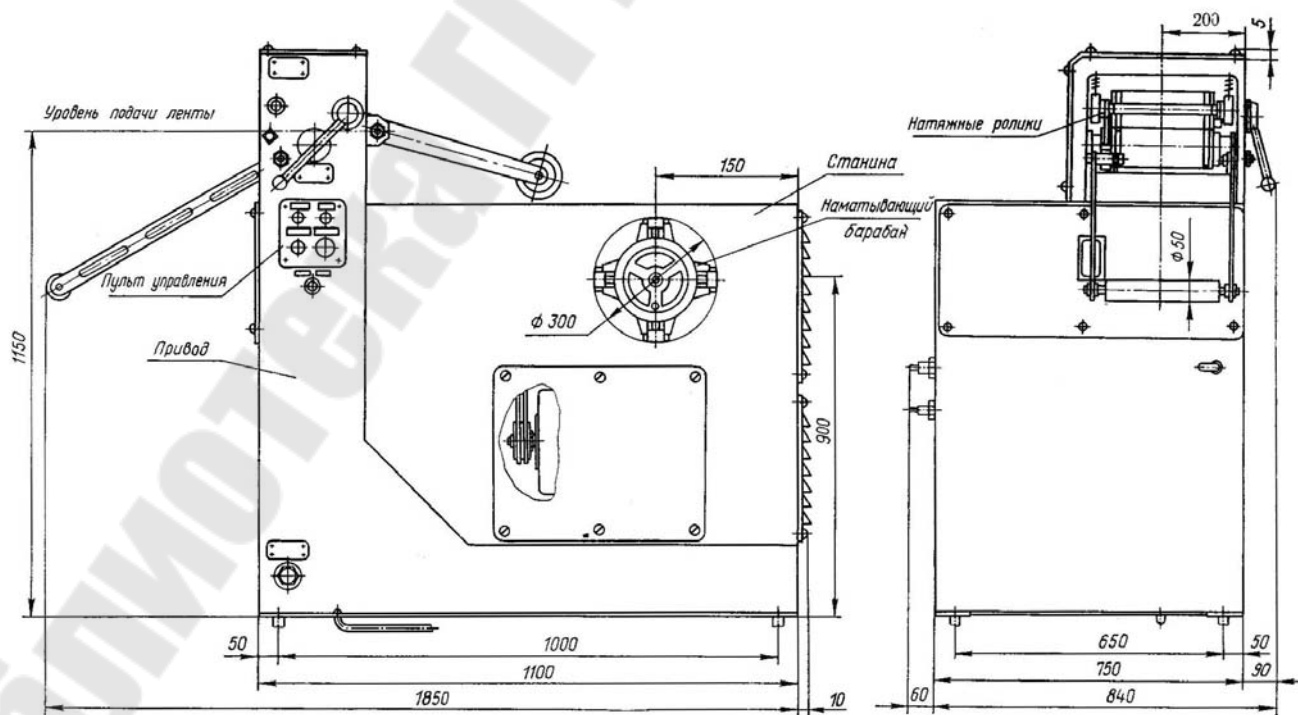


Рис. 8.3. Общий вид модели НУ11

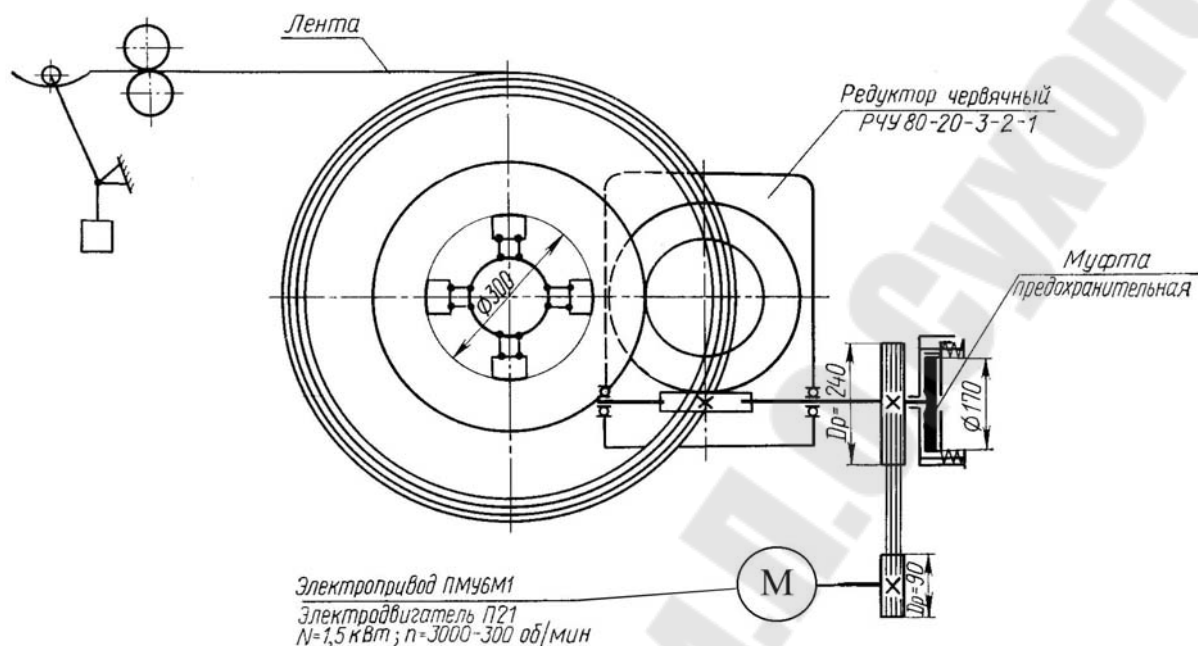


Рис. 8.4. Кинематическая схема модели НУ11

Ножницы для резки отходов предназначены для резки отходов ленты на мерные длины. Могут служить составной частью автоматизации механических процессов обработки ленточного материала.

Ножницы модели НП1 (рис.8.5) состоят из рамы, силового блока, воздухопровода и электрооборудования.

Рама сварная коробчатой формы, служат для крепления силового блока, устанавливаемого на круглых направляющих.

Уровень приема ленты относительно пола изменяется клеммными зажимами.

Положение линии реза регулируется по минимальной площади перемычек отштампованной ленты.

Силовой блок состоит из корпуса блока с закрепленным на нем нижним неподвижным ножом, траверсы с закрепленным на ней верхним наклонным ножом, подвижного пневмоцилиндра, который через колонны приводит в движение траверсу.

Ход ножа регулируется в зависимости от ширины ленты.

Воздухопровод смонтирован на раме ножниц, производится подключение к общей магистрали запорным вентилем.

Управление кнопочное с пульта управления.

Смазка ручная.

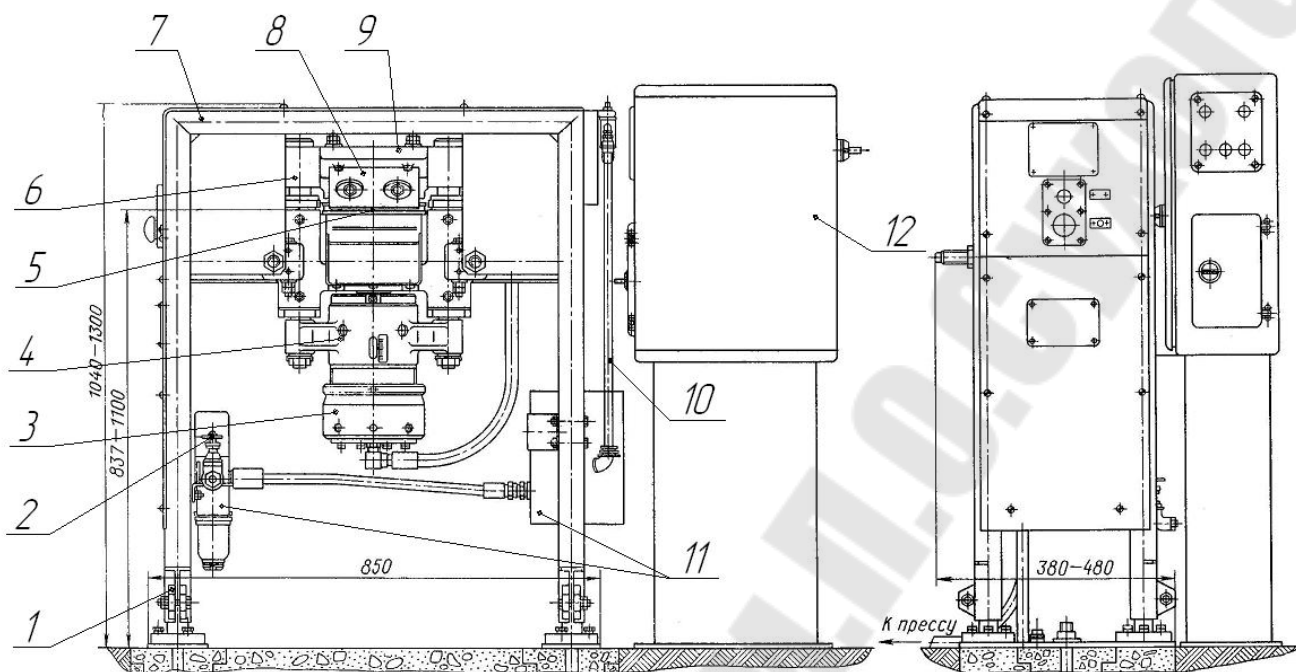


Рис. 8.5. Общий вид модели НП1: 1- клемный зажим, 2 - запорный вентиль, 3 - пневмоцилиндр, 4 - силовой блок, 5 - нижний нож, 6 - колонна, 7 - рама, 8 - верхний нож, 9 - траверса, 10 - воздухопровод, 11 - узел подготовки воздуха, 12 - электрооборудование

Автоматический комплекс для штамповки деталей из ленточного материала АККД2324В-1 предназначен для размотки ленты из рулона, правки, очистки и смазки ее, подачи в штамп, вырубки, пробивки, и других операций холодной штамповки, а также намотки отходов ленты в рулон.

Общий вид комплекса приведен на рис.4.6. В состав комплекса входят:

- 1 – правильно – разматывающее устройство ПУ7;
- 2 – пресс кривошипный КД2324В;
- 3 – валковая подача ВП38;
- 4 – наматывающее устройство НУ9.

Исходным материалом для штамповки является лента в рулонах. Валковая подача установлена на прессе, кинематически связана с кривошипным валом пресса и обеспечивает подачу штампуемого материала слева направо. Правильно – разматывающее устройство, пресс вместе с валковой подачей и наматывающее устройство представляют собой отдельные кинематически не связанные друг с



другом составляющие комплекса. Расположенные между ними петлевые компенсаторы с датчиками верхнего и нижнего уровня петли обеспечивают включение – отключение приводов правильно – разматывающего и наматывающего устройств для поддержания заданных интервалов значений величины компенсационных петель и обеспечения беспрепятственного режима работы валковой подачи.

Наматывающее устройство может быть заменено ножницами для резки отходов НП1.

Электросхема комплекса обеспечивает работу в следующих режимах: наладочном, автоматическом и одиночные ходы. Управление кнопочное с пультов управления.

Основные технические характеристики:

Ширина подаваемого материала, мм — 20 – 100;

Толщина подаваемого материала, мм — 0,5 – 1,5;

Шаг подачи, мм — 20 – 100;

Точность подачи, мм —  $\pm 0,25$ ;

Номинальное усилие прессы, кН — 250;

Число ходов ползуна в минуту — 70, 120, 230;

Наибольший диаметр рулона, мм — 1000;

Электродвигатель главного привода:

тип — АОС2-42-6,

род тока — переменный, трехфазный,

мощность, кВт — 4,7;

Электродвигатель правильно – разматывающего устройства:

тип — П21,

род тока — постоянный,

мощность, кВт — 1,5;

Электродвигатель наматывающего устройства:

тип – П12,

род тока — постоянный,

мощность, кВт — 1,0;

Габаритные размеры, мм:

в плане – 7045x2380,

высота над уровнем пола – 2180;

Масса, т – 4,335.

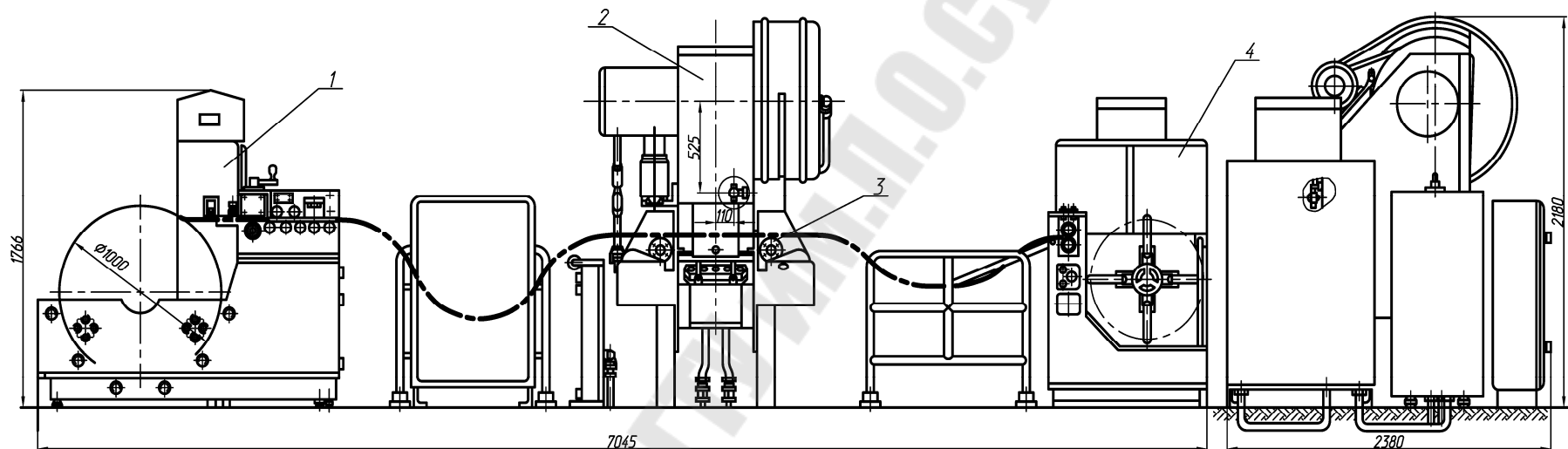


Рис. 8.6. Общий вид комплекса модели АККД2324В-1:

1 – правильно – разматывающее устройство; 2 – пресс кривошипный КД2324В; 3 – валковая подача ВП38; 4 – наматывающее устройство НУ9

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Правильно-разматывающее устройство холодновысадочного автомата с цельной матрицей, ножницы для резки отходов листоштамповочного автомата с нижним приводом АВ6524, технические характеристики автоматов.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Все работы осуществляются при отключенном приводе оборудования. Управление осуществляет учебный мастер. Категорически запрещается приближаться к опасной зоне оборудования и подач во время работы. Знакомство с работой правильно-разматывающего устройства и ножниц для резки отходов осуществляется находясь на безопасном расстоянии. Регулировку производить только при выключенном приводе и полной остановке маховика.

### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Изучить устройство и работу правильно-разматывающего устройства, наматывающего устройства, ножниц для резки отходов используя настоящее руководство и оборудование.

### 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по работе должен содержать:

6.1. Цель работы, назначение и область применения правильно-разматывающего устройства, наматывающего устройства, ножниц для резки отходов.

6.2. Эскизы ПУ, НУ и НП.

6.3. Описание конструкции и работы.

6.4. Выводы по работе.

### 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Назначение и область применения ПУ, НУ и НП.

7.2. Из каких частей состоят ПУ, НУ и НП?

7.3. Как они работают?

7.4. Какой привод ПУ, НУ и НП?

7.5. Как производится синхронизация работы ПУ, НУ и НП с оборудованием в комплексе?

## Лабораторная работа № 9

### СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ НЕПРЕРЫВНОГО И УСЛОВНО-НЕПРЕРЫВНОГО МАТЕРИАЛА. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ВАЛКОВОЙ, РОЛИКОВОЙ И КЛЕЩЕВОЙ ПОДАЧИ

#### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с работой и устройством валковой, роликовой, клещевой подачи; изучение влияния различных факторов на точность подач.

#### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Валковые и роликовые подачи. Наиболее широкое применение в цехах холодной штамповки для автоматической подачи полос и лент в рабочую зону штампа получили валковые подачи, а для проволоки и прутков – роликовые подачи. Эти подачи просты по устройству и наиболее универсальны.

Валки или ролики, вращающиеся в противоположных направлениях благодаря силам трения захватывают и подают материал в штамп. Привод валковых и роликовых подач осуществляется от кривошипного или распределительного вала, от ползуна или верхней плиты штампа. Может применяться также индивидуальный электро- или гидропривод. Прерывное движение захватных органов (валков или роликов) в одном направлении достигается путем применения фрикционных муфт обгона, получающих движение от вала пресса. Валковые подачи могут иметь привод от вала пресса или от верхней плиты штампа. Наибольшее распространение получил привод от вала пресса, так как он более универсален. Шаг подачи, имеющий привод от вала пресса, может регулироваться в широких пределах.

Точность подачи зависит от многих факторов: ускорения захватных органов, шага подачи, ширины подаваемого материала и т. д.

Прессы с установленными на них валковыми или роликовыми подачами работают по совмещенному циклу. Совмещенный цикл характеризуется тем, что движения механизмов и узлов средств автоматизации совмещены во времени с основными рабочими движениями пресса (ходом пресса). Пресс при совмещенном цикле работает на автоматических непрерывных ходах без остановки

ползуна в крайнем верхнем положении. Преимуществом совмещенного цикла является высокая производительность прессы; кроме того, исключается постоянное переключение системы включения прессы.

Валковые подачи применяются для материалов толщиной до 8 мм при шаге подачи до 2500 мм и ширине ленты 1500 мм. Они обеспечивают: максимальный шаг подачи, среднее тяговое усилие, среднюю точность подачи (точность подачи может быть увеличена применением ловителей и шаговых ножей).

На рис.9.1. представлена кинематическая схема привода односторонней толкающей валковой подачи от главного вала прессы.

На главном валу прессы находится планшайба 2 с регулировочным микрометрическим винтом 4, при помощи которого возможно регулировать шаг подачи. 2-6 является механизмами преобразования непрерывного вращающегося кривошипного вала в возвратно-вращающееся (качательное) движение рычага 6. Муфта обгона преобразует возвратно-вращательное движение рычага 6 в периодическое вращательное движение зубчатого колеса 8. Это вращение передается зубчатым колесам 9,11 и валкам 10,12. Усилие сжатия валков регулируется двумя нажимными винтами 14 сжатием пружин 13.

Перед вводом ловителей в отверстие ленты кулачок 16, закрепленный на ползуне прессы 17, надавливает на рычаг 15 и приподнимает верхний валок 12, освобождая ленту от фиксации.

На рис.9.2. представлена кинематическая схема привода роликовой подачи холодновысадочного автомата с цельной матрицей. На распределительном валу 1 автомата закреплена планшайба, на которой с помощью винтовой пары, позволяющей менять величину эксцентриситета, установлен кривошип 2, приводящий в движение через тягу 3 рычаг 4, жестко связанный с корпусом обгонной муфты 5. Периодическое движение, обеспечиваемое обгонной муфтой вала 8 сообщается нижнему ролику 13, а с помощью зубчатой пары шестерен 6 через вал 7 и верхнему ролику 12.

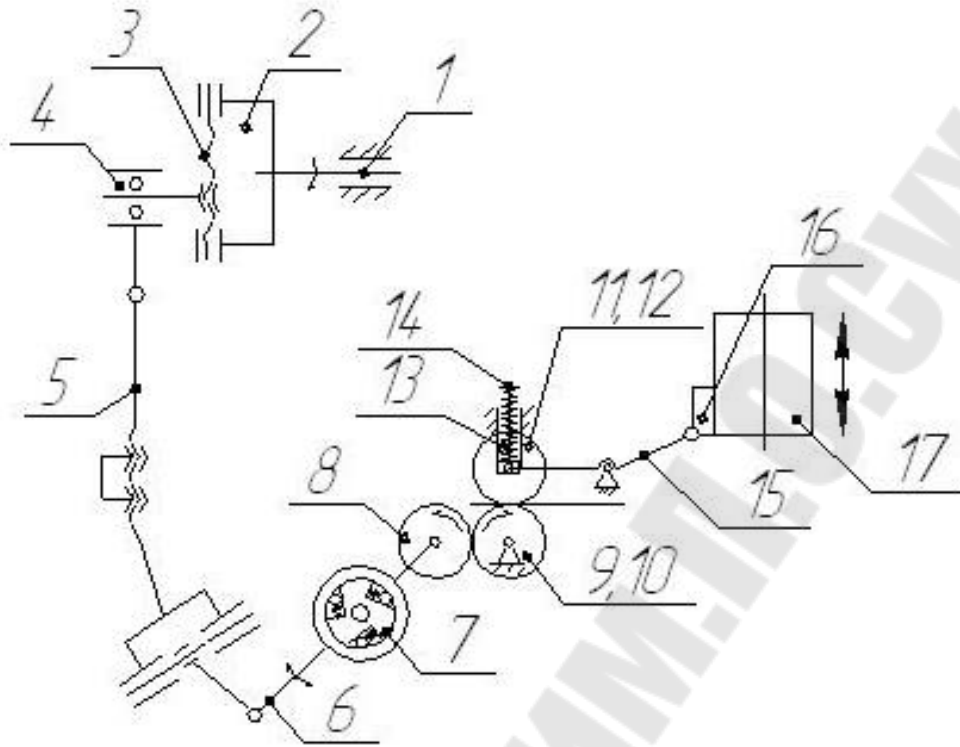


Рис. 9.1. Кинематическая схема привода односторонней толкающей валковой подачи от главного вала прессы: 1- кривошипный вал прессы, 2-планшайба, 3-регулирующий винт, 4- кривошип, 5-тяги, 6-рычаг, 7-муфта обгона, 8,9,11-зубчатые шестерни,12,10- верхний и нижний подающие валки, 13-пружины,14- винт, 15-рычаг,16-кулачок, 17-ползун прессы.

Для удержания роликов от поворота при холостом вращении корпуса обгонной муфты в направлении противоположном направлению подачи, на валу 8 установлен ленточный тормоз 9. Величина усилия зажима проволоки подающими роликами регулируется с помощью винта 10 и пружины 11. Для заправки проволоки с помощью специальной рукоятки верхний ролик может быть поднят [3].

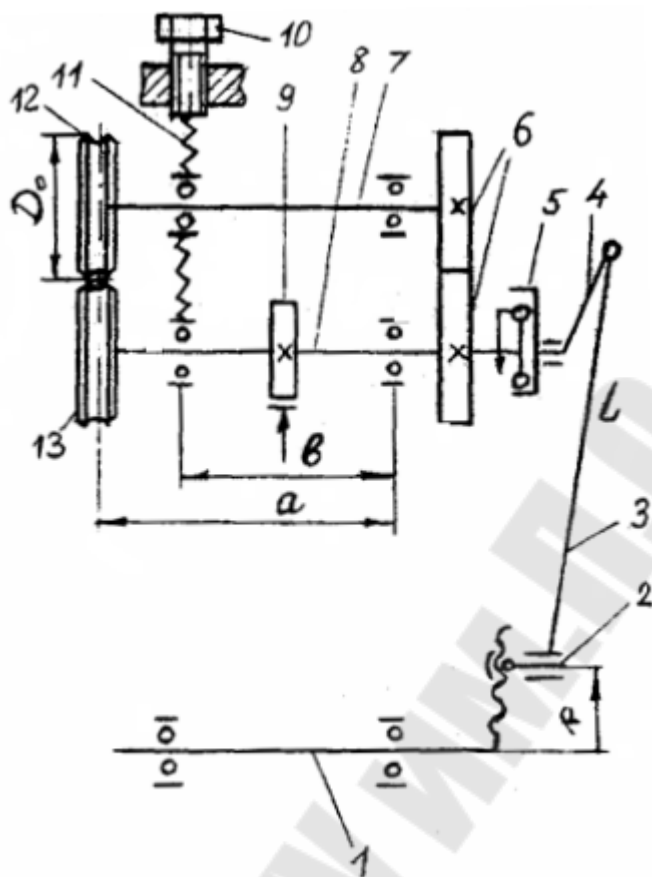


Рис. 9.2. Кинематическая схема привода роликовой подачи

Клещевые подачи предназначены для автоматической подачи непрерывного материала в виде ленты или проволоки к прессу или автомату и относятся к самым точным из всех подающих устройств. Выполняются они с приводом от пресса или с индивидуальным приводом от пневматического цилиндра. При индивидуальном приводе величина шага подачи может существенно превышать величину хода ползуна. Привод от пресса позволяет добиться максимальной быстроходности подачи.

Кинематическая схема привода клещевой подачи листоштамповочного автомата с нижним приводом АВ 6524 приведена на рис.9.3.

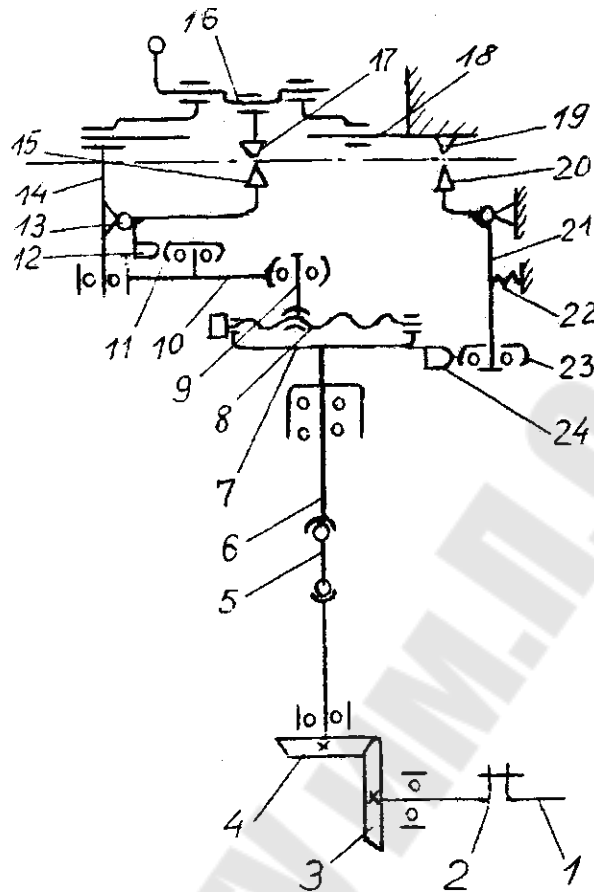


Рис.9.3. Кинематическая схема привода клещевой подачи.

Привод подачи осуществляется от эксцентрикового вала 1 через зубчатую муфту 2, пару конических шестерен 3 и 4, шарнир 5, шлицевой вал 6, который вращает планшайбу 7. В пазу планшайбы 7 винтом 8 может перемещаться палец 9, приводящий в возвратно-поступательное движение каретку 14 с помощью шатуна 10. Каретка перемещается по двум цилиндрическим направляющим 18. В каретке на оси 13 закреплена подвижная губка 15, которая может поворачиваться вокруг этой оси под действием ролика 11, закрепленного на шатуне 10. Ролик 11 воздействует на кулачок 12, закрепленный на подвижной губке. При повороте подвижной губки 15 происходит освобождение или зажим ленты. Над подвижной губкой на той же каретке 14 закреплена губка 17, которая может быть поднята или опущена эксцентриковым устройством 16, в зависимости от толщины подаваемой ленты. Для стопорения ленты при холостом ходе каретки имеется зажим, состоящий из двуплечего рычага 21, зажимных винтов 19 и 20 и пружины 22. Стопорение ленты осуществляется пружиной, а разжатие губок - кулачком 24,



закрепленном на планшайбе 7, взаимодействующей с роликом 23, находящимся на конце двуплечего рычага 21.

Клещевая подача выполнена в корпусе, закрытом откидывающейся крышкой. Сбоку в корпусе имеются люки.

Установку шага подачи производят по линейке, закрепленной на планшайбе, перемещая винтом 8 палец 9. После регулировки затягивают стопорный болт, расположенный в пальце.

Заправку ленты в подачу осуществляют следующим образом.

Провернув за маховик эксцентриковый вал остановить каретку 14 в середине хода при движении её назад, раскрыть зажим стопорящий ленту при холостом ходе. Заправить ленту между подвижными губками и неподвижным зажимом, затем рычаг неподвижного зажима вернуть в исходное положение и зажать ленту.

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Валковая, роликовая, клещевая подачи с приводом от вала пресса.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Все работы осуществляются при отключенном приводе пресса. Управление прессом осуществляет учебный мастер. Категорически запрещается приближаться к опасной зоне пресса и подач во время штамповки. Знакомство с работой подач осуществляется находясь на безопасном расстоянии. Регулировку шага подачи производить только при выключенном приводе и полной остановке маховика пресса.

### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Изучить устройство и работу валковой, роликовой и клещевой подач, используя настоящее руководство. Сделать выводы о факторах, влияющих на точность подач.

### 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по работе должен содержать:

6.1. Цель работы, назначение и область применения валковых, роликовых и клещевых подач.

6.2. Эскизы подач.

6.3. Описание конструкции.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Назначение и область применения валковых, роликовых и клещевых подач.

7.2. Из каких частей состоят валковая, роликовая, клещевая подача?

7.3. Как они работают?

7.4. Как регулируется шаг подачи?

7.5. Как устроен привод подачи?

7.6. Как влияет величина шага подачи на ее точность?

## СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ ШТУЧНЫХ ЗАГОТОВОК. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ШИБЕРНОЙ ПОДАЧИ И ВИБРОБУНКЕРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВИБРАЦИОННОГО БУНКЕРНО-ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Ознакомление с назначением, устройством, принципом действия, методами расчета и измерения производительности вибробункеров.

1.2. Ознакомление с назначением, устройством, расчетом и работой шиберных подач.

### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Устройства для периодической подачи в зону штамповки штучных заготовок более сложны по своей конструкции по сравнению с подачами для непрерывного материала, так как в данных устройствах должна обеспечиваться определенная ориентация заготовки, и строгое соответствие с темпом штамповки.

Вибрационные бункерно-загрузочные автоматические устройства предназначены для загрузки прессов, станков, сборочных устройств штучными заготовками в заданном темпе, для подачи штучных заготовок на исходную позицию для захвата рукой промышленного робота в роботизированных комплексах.

По сравнению с автоматическими загрузочными устройствами других типов вибробункеры отличаются возможностью подачи тонкостенных и крупных заготовок, бесступенчатым регулированием скорости движения заготовок, отсутствием кинематической связи вибробункера с прессом и простотой обеспечения пауз в работе, большей долговечностью и работоспособностью, простотой конструкции, малым весом, небольшим расходом электроэнергии при работе.

На рис.10.1 представлена конструкция вибробункера. В верхней части вибробункера расположена чаша 1 со спиральным лотком 3 на внутренней поверхности. Дно 2 чаши выполнено конусным, облегчающим смещение деталей от центра к периферии. С помощью винта 5 чаша крепится к якорю 4, установленному на трех наклонных плоских пружинах 6, закрепленных винтами 7 в держателе корпуса 8.

На грибке 13 установлен электромагнит 9 с помощью уголков 10 и винтов 11. Зазор между сердечником электромагнита и якорем регулируется с помощью эксцентрика установочного 12. Фиксация грибка в необходимом положении обеспечивается винтом 14 и втулкой стопора 15. Корпус 3 через регулировочное кольцо 16 крепится к основанию 17 с помощью винтов 18. Для виброизоляции вибробункер устанавливается на пружинные или резиновые амортизаторы. Работает вибробункер следующим образом. Электромагнит, запитываемый переменным током промышленной частоты, вынуждает колебания якоря, установленного на трех наклонных плоских пружинах. Колебания вертикального усилия притяжения якоря с чашей к сердечнику электромагнита преобразуются наклонными пружинами в движение чаши по спирали. Чаша опускается и поворачивается в одну сторону, а затем поднимается и поворачивается в другую сторону. При опускании чаши заготовки отрываются от лотка, падая по вертикали вниз. За это же время чаша успевает не только опуститься по вертикали, но и повернуться в направлении, противоположном направлению подъема спирали лотка. При возвращении спиральный лоток подхватывает заготовки, поднимает их, одновременно перемещая по спирали, вверх. Ориентированные произвольным образом заготовки засыпаются в чашу бункера. Под воздействием вибрации они перемещаются по конусу днища от центра к периферии, а затем вверх по спиральному лотку в магазин 3. Регулируя величину зазора между якорем и сердечником электромагнита, можно изменять амплитуду колебаний чаши, а следовательно, и производительность вибробункера.

В вибробункерах применяются путевые ориентирующие приспособления, типа клиновидных опрокидывателей, выступов, пазов, окон, располагаемых вдоль спирального лотка и сбрасывающих неправильно ориентированные заготовки, и пропускающих дальше по лотку только правильно ориентированные.

Чаша является сменным элементом вибробункера. От конструкции чаши зависит эффективность работы вибробункера. По конструктивному исполнению чаши различаются как по форме, так и по расположению и количеству лотков.

По форме чаши бывает цилиндрические и конические, по технологии изготовления - точечные, литые и сварные.

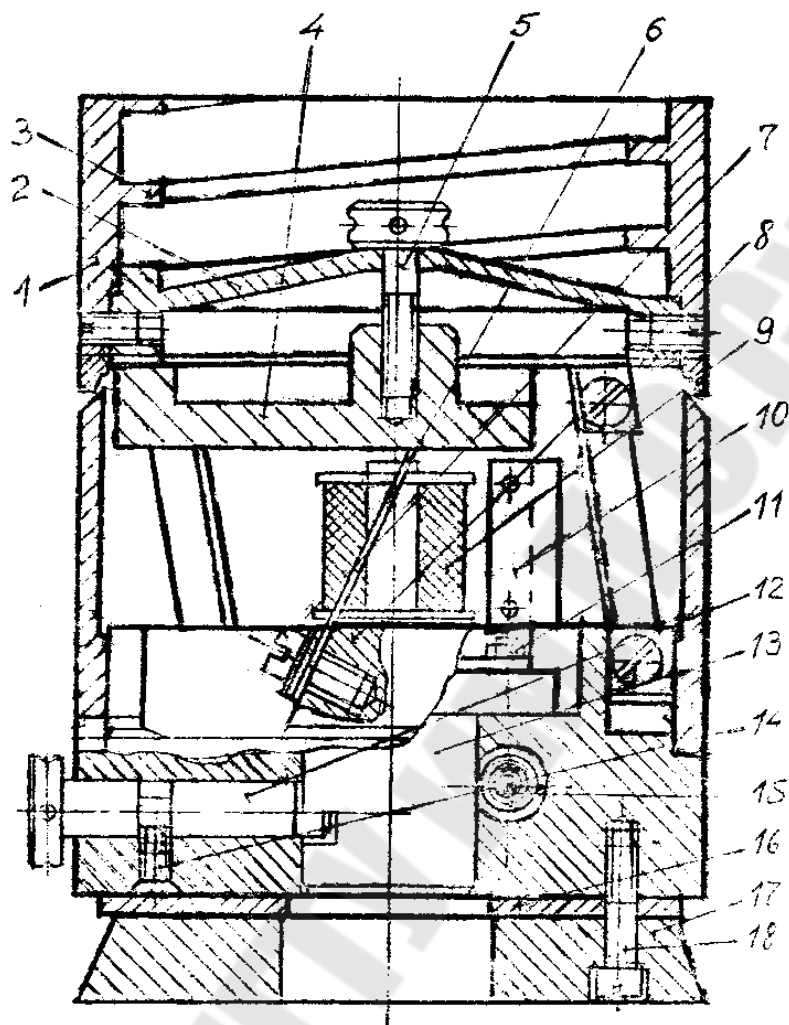


Рис.10.1. Вибробункер

Диаметр чаши рекомендуется принимать равным, мм:

$$D = (10 \dots 15) l_3, \quad (10.1)$$

где  $l_3$  - наибольший размер заготовки, мм.

Меньшие значения принимаются для заготовок с закругленными краями и плавным контуром, большие - для заготовок прямоугольной формы и с острыми краями.

Высоту чаши принимают равной, мм:

$$H = (0,3 \dots 0,6) D. \quad (10.2)$$

Угол подъема спирального лотка принимают равным:  $\alpha = 1,5 \dots 2,0$ . Он должен быть меньше угла трения.

Шаг винтового лотка принимают равным, мм:

$$t = l_3 + \delta_l + \Delta, \quad (10.3)$$

где  $\delta_l$  - толщина лотка, мм;

$\Delta = 0,2 \dots 0,3$  - зазор между заготовкой и лотком, мм.

Производительность вибробункера определяется по формуле, шт/мин:

$$Q = \frac{60 \cdot \pi \cdot f \cdot A}{a} \cdot K_3 \cdot K_c, \quad (10.4)$$

где  $f$  - частота вибраций,

$A$  - амплитуда вибраций,

$a$  - размер детали в направлении вдоль лотка, мм;

$K_3$  - коэффициент заполнения лотка, зависит от геометрической формы заготовки, чистоты поверхности, наличия заусенцев на заготовках, от размеров и формы лотка. Для заготовки типа ступенчатых валов  $K_3 = 0,6-0,7$ ;

$K_c$  - скоростной коэффициент, учитывающий величину разгона детали. При оптимальных углах подъема лотка  $K_c = 0,6-0,7$ .

Разовый объем засыпки заготовок определяется по формуле:

$$V_{зас} = \frac{1}{K_3} V_0 Q T, \quad (10.5)$$

где  $V_0$  - объем одной заготовки по внешнему контуру;

$T$  - время, в течение которого бункер должен работать без досыпки.

Вес заготовок одной засыпки определяется по формуле:

$$G = P_3 Q T, \quad (10.6)$$

где  $P_3$  - вес одной заготовки.

Шибберные подачи предназначены для перемещения штучных заготовок из магазина непосредственно в штамп или на исходную позицию для захвата рукой промышленного робота, подающего заготовки в штамп. Шибберные подающие устройства могут использоваться также для перемещения полуфабрикатов с позиции на позицию при многопозиционной штамповке в случаях, если перемещение обрабатываемой детали совпадает с направлением движения шиббера.

Захватный орган шибберных подач толкает заготовку в направлении своего движения, перемещаясь возвратно-поступательно или совершая маятниковое движение.

Применяются три способа подачи заготовок шиббером: непосредственная подача, подача “дорожкой” и подача “каскадом”. При непосредственной подаче (рис. 6.2а) ход шиббера  $S_{ш}$  равен расстоянию между исходным положением заготовки в магазине и ее конечной позицией в штампе или в месте захвата рукой робота  $S_{ш} = l$ . При подаче дорожкой (рис. 6.2б) и каскадом (рис. 6.2в) ход шиббера меньше этого расстояния  $S_{ш} < l$ .

Усилие необходимое для перемещения шиббера определяется по формуле:

$$Q = \beta \mu (2n_1 \cdot \cos \varphi + n_2) G_3 + (n_2 G_3 + G_{ш}) \cdot a / g \quad (10.7)$$

где  $\beta = 1,5 \div 2,0$  - коэффициент запаса, учитывающий сцепление заготовок;

$\mu$  - коэффициент трения скольжения, равный для стали по стали со слабой смазкой  $\mu = 0,12 - 0,15$ ;

$G_3$  - вес заготовки;

$n_1$  - количество заготовок в магазине;

$n_2$  - количество заготовок проталкиваемых одновременно шиббером;

$\varphi$  - угол наклона магазина к вертикали;

$G_{ш}$  - вес шиббера;

$a$  - ускорение шиббера в период разгона.

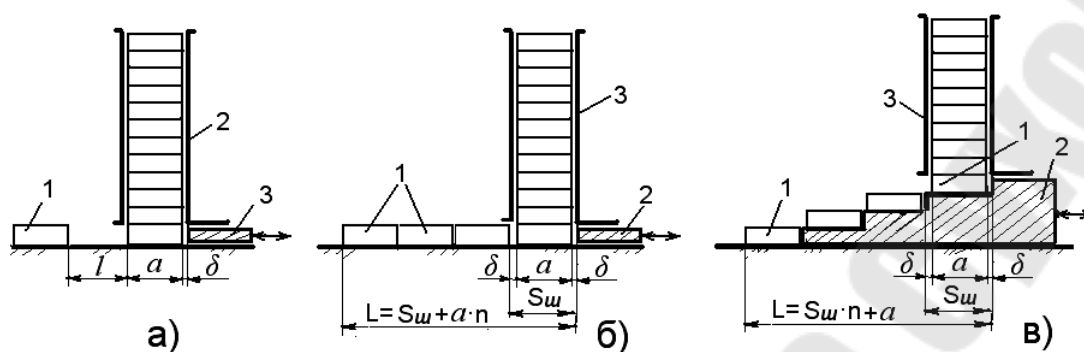


Рис.10.2. Способы подачи заготовок шибером: 1- заготовка, 2-магазин, 3- шибер

Привод шибера осуществляется от ползуна пресса, от верхней плиты штампа или применяется индивидуальный привод от пневмоцилиндра. Привод от ползуна и штампа осуществляется с помощью клинового, рычажного, реечного, тросикового или байонетного механизмов.

Шиберные подачи применяются для подачи заготовок относительно простой формы: плоских - толщиной свыше 0,5 мм и размерами в плане  $250 \times 250 \text{ мм}^2$ , объемных цилиндрической и прямоугольной формы высотой по 100мм.

Работа шиберных подач существенно зависит от качества этих заготовок. Заусенцы на заготовках и значительная их неплоскостность приводят к заклиниванию заготовок в магазине, прекращению работы или выходу шиберной подачи из строя. При подаче “дорожкой” искривленные, неплоскостные заготовки налезает одна на другую, что также нарушает работу подачи.

Достоинством шиберных подач является нижняя выдача заготовок, что позволяет производить догрузку магазина заготовками в процессе работы. Шиберные подачи не нуждаются в дополнительных устройствах поштучной выдачи заготовки, так как отделение одной заготовки от остальных производится самим шибером. Это позволяет использовать шиберную подачу как устройство поштучной выдачи заготовок из накопителя-магазина в заданном темпе автоматических линий и комплексах.

В штампах-автоматах с односторонним преобразующим клиновым механизмом при ходе ползуна пресса вниз, клин, преодолевая сопротивление пружины, возвращает шибер в исходное



положение, а при ходе ползуна вверх под действием пружины шибера осуществляет, подачу заготовки в штамп.

В универсальных шиберах с индивидуальным пневмоприводом, синхронизация работы подачи и пресса осуществляется с помощью конечных выключателей. Ход шибера регулируется с помощью винтов, перемещающих упоры или раздвигающих составной поршень пневмопривода. Исходное положение шибера регулируют, изменяя длину шарнирной тяги, соединяющей шток поршня пневмопривода с ползушкой, на которой закреплен шибер.

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения работы необходимы: вибробункер; заготовки, имеющие форму вала; штангенциркуль; секундомер; весы с разновесом. Универсальная шибера с пневматическим приводом; штамп-автомат с шиберами; кривошипный пресс; плоские заготовки; мерительная линейка.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Для обеспечения безопасной работы необходимо соблюдать правила электробезопасности. К выполнению экспериментальной части работы слушатели допускаются только после инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. При обнаружении неисправности оборудования следует немедленно прекратить выполнение работ и сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Изучить устройство и работу вибробункера, используя настоящее руководство.

5.2. Замерив длину и диаметр заготовки, рассчитать, используя приведенные формулы, диаметр, высоту и шаг лотка. Сравнить найденные значения с соответствующими размерами бункера.

5.3. Определить расчетным путем производительность вибробункера, определить фактическую производительность вибробункера и сравнить ее с расчетной.

5.4. Определить объем одной заготовки, найти разовый объем засыпки заготовок.

5.5. Определить фактическое время работы вибробункера без досыпки, сравнить его с заданной величиной.

5.6. Изучить назначение и работу шиберных подач, используя настоящее руководство.

5.7. Измерить размеры заготовок и их массу, высоты магазинов, определить максимально возможное количество заготовок в магазине, число одновременно проталкиваемых заготовок.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

6.1. Название лабораторной работы. Цель работы.

6.2. Назначение вибробункера.

6.3. Рисунок конструкции вибробункера.

6.4. Схема штампа-автомата с шиберной подачей с описанием устройства.

6.5. Принцип работы вибробункера и шиберной подачи.

6.6. Расчетные формулы.

6.7. Выводы по работе.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Назначение вибробункера.

7.2. Устройство вибробункера.

7.3. Принцип работы вибробункера.

7.4. Как определяются размеры чаши бункера?

7.5. Из каких соображений выбирается угол подъема спирального лотка?

7.6. Как определяется производительность вибробункера?

7.7. Как определяется разовый объем засыпки заготовок?

7.8. Как определяется вес заготовок одной засыпки?

7.9. Достоинства и недостатки вибробункера.

7.10. Назначение шиберной подачи.

7.11. Привод шиберной подачи и ее работа.

7.12. От каких параметров зависит устойчивая работа шиберной подачи? Точность подачи?

## Лабораторная работа № 11

Устройство и работа роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.  
Исследование режимов работы и программирование электронного циклового программного устройства ЭЦПУ-6030 для робота МП-9С

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучение технических данных, конструкции и работы промышленного робота МП-9С.

1.2. Изучение принципа действия и приобретение навыков программирования электронно-циклового программного устройства ЭЦПУ-6030.

### 2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Промышленный робот МП-9С предназначен для автоматизации технологических процессов, где необходимо осуществить взятие, перенос и установку детали на технологическое оборудование.

В состав робота входят следующие узлы:

- манипулятор;
- электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030;
- узел подготовки воздуха;
- захват;
- соединительные кабели.

Манипулятор представлен на рис. 11.1.

Технические характеристики робота МП-9С представлены в таблице 11.1.

Таблица 11.1. Технические характеристики робота МП-9С

Наименование параметра		Значение
Выдвижение руки, мм		150
Подъем руки, мм		30
Поворот руки, град		120
Время максимального перемещения по, с, не более	выдвижению и подъему	0,5
	повороту	0,8
Скорость линейного перемещения, м/с		0,7
Скорость вертикального перемещения, м/с		0,2
Скорость поворота руки, град/с		160

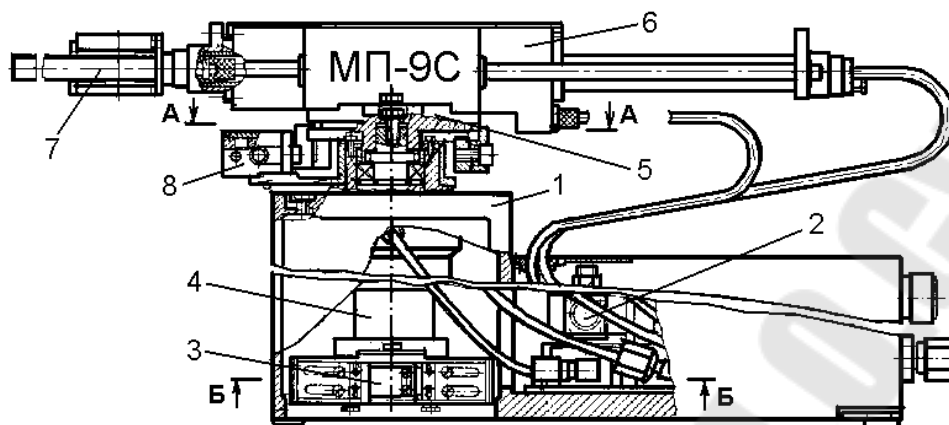


Рис. 11.1. Манипулятор МП-9С

Манипулятор этого робота состоит из корпуса 1 (рис.11.1), блока пневмораспределителей 2, модуля поворота 3, модуля вертикального перемещения 4, соединительной муфты 5, а также из закрепленной на ней руки 6 с механическим захватом 7 и демпфера поворота 8, установленного на модуле 4.

#### *Работа робота.*

Сжатый воздух подается к электропневматическим клапанам манипулятора через узел подготовки воздуха, который обеспечивает регулировку необходимого давления, подачу воздуха и смазки в пневмоцилиндры. В манипуляторе электропневматический клапан установлен на каждое движение. Каждый клапан снабжен дросселем, установленным на выходе, регулировка которого позволяет производить изменение скорости движения. Работа манипулятора производится по конечным регулируемым упорам. Сигнал о выполнении каждого движения, за исключением захвата, выдают герконы при подходе. Сигнал о срабатывании захвата поступает с установленного на нем микропереключателя. Только после получения сигнала ответа о выполнении движения происходит выдача команды на выполнение следующего движения.

Амортизация выдвигания и поворота руки манипулятора осуществляется гидравлическими демпферами. Амортизация подъема (опускания) руки осуществляется дросселированием подачи и отвода воздуха.

Рука робота представлена на рис. 11.2.

Рука робота предназначена для обеспечения выдвижения захвата в рабочую зону и состоит из корпуса 4, штока 6, направляющей 11, основных упоров 3 и 9, регулируемых упоров 2 и 10, амортизатора 5. В корпусе установлена уплотненная кольцами гильза, в которой находится шток-поршень 6, уплотненный манжетами. Воздух подводится к штуцерам и через каналы, выполненные внутри корпуса, поступает в штоковые полости. Направляющая 11 служит ограничителем штока, а следовательно и захвата от поворота. Периодическая смазка направляющей втулки 13 осуществляется через пресс-масленку 14.

Под крышкой корпуса руки закреплены герконы 12 и провода, подходящие к ним, а на основных упорах установлены магниты 7. При подаче воздуха происходит перемещение штока-поршня вместе с направляющей и упорами 2, 3, 9, 10. Упор 9 находит на амортизатор 5 до упора. Одновременно магнит 7 подходит к геркону 12, который срабатывает и выдает сигнал о выполнении команды.

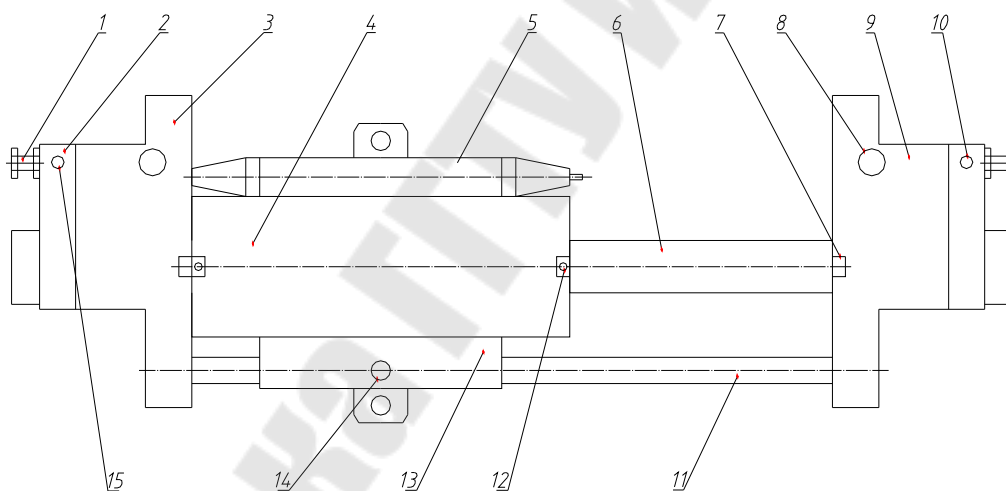


Рис. 11.2. Рука робота:

1 – регулируемый микровинт; 2 – регулируемый передний упор; 3 – упор основной передний; 4 – корпус руки; 5 – амортизатор руки; 6 – шток-поршень; 7 – магнит; 8 – винт крепления основного упора; 9 – основной задний упор; 10 – упор, регулируемый задний; 11 – направляющая; 12 – геркон; 13 – втулка направляющая; 14 – пресс-масленка; 15 – винт крепления регулировочного упора.

Регулировка руки сводится к установке упорами 2, 3, 9, 10 необходимой величины выдвижения штока, для чего необходимо:

- ослабить затяжку винтов 6 и 15 крепления упоров 9 и 10 до свободного перемещения последних;
- выдвинуть шток на необходимую величину;
- передвинуть упоры 9 и 10 до упора штока в амортизатор;
- затянуть винт 15 крепления регулировочного упора 10 и микровинтом 1 установить необходимое точное положение основного упора 9;
- затянуть винт 8 основного упора 9 после неоднократной проверки отрегулированного положения.

Для настройки герконов руки необходимо:

- выдвинуть шток с упором 9 до упора в амортизатор 5;
- установить перемещением находящейся под крышкой корпуса скобы и геркона положение, при котором геркон 12 надежно срабатывает;
- закрепить скобу геркона винтами.

ЭЦПУ-6030 предназначено для управления автоматическими манипуляторами.

Устройство имеет следующие технические данные:

1. число управляемых звеньев манипулятора – до 6; (количество звеньев, управляемых по путевому принципу – 4; по путевому и по временному принципам – 2);
2. количество точек останова на управляемом звене – 2;
3. количество технологических команд – 6;
4. количество блокировок – до 4;
5. количество программируемых выдержек времени – 1;
6. диапазон временных интервалов –  $0 \dots 0,7\text{с}$ ;
7. число шагов программы – до 30;
8. количество выходов управления звеном манипулятора – 2;
9. параметры сигналов управления электромагнитами пневмоклапанов, золотников и технологическим оборудованием:  
напряжение постоянного тока –  $24_{-3,6}^{+2,4}\text{В}$ ,  
ток – до  $0,4\text{ А}$ ;
10. напряжение питания датчиков технологического оборудования и манипулятора –  $24 \pm 2\text{ В}$ ;
11. устройство обеспечивает цифровую индикацию включения сети номера кадра десятичного разряда – 2;
12. устройство обеспечивает световую индикацию включения сети, работы по программе, состояния звеньев манипулятора;

13. напряжение питания устройства  $220_{-23}^{+22} В$ , частотой 50 Гц;
14. элементная база – интегральные микросхемы серии К155 в сочетании с дискретными элементами;
15. конструкция – в виде настольного пульта;
16. габаритные размеры – 480x435x220 мм;
17. масса не более 20 кг.

ЭЦПУ-6030 построено по схеме синхронного программного автомата с жестким циклом управления.

Устройство состоит из следующих основных узлов и блоков:

- блок управления, предназначенный для обработки информации по заданной программе и выдачи управляющих сигналов;
- пульт управления, обеспечивающий задание режимов работы устройства, выполнение операций включения-выключения питания, а также ручное управление манипуляторами;
- программоноситель, предназначенный для набора и хранения программ;
- блок усилителей, обеспечивающий выдачу управляющих команд необходимой мощности на золотники манипулятора и оборудование;
- блок питания, обеспечивающий питание электронного оборудования, датчиков манипулятора и оборудования.

Основными режимами работы устройства являются ручной, цикл и команда.

Промышленный робот РФ-202М (рис.7.3) предназначен для обслуживания холодноштамповочных прессов, металлорежущего оборудования, для выполнения сборочных и транспортных операций.

Робот имеет следующие технические данные:

- количество рук – 2 шт;
- грузоподъемность каждой руки – 2 Н;
- линейное перемещение руки – 200-5 мм;
- вертикальное перемещение колонны – 30-20 мм;
- величина поворота руки – 120+20 град;
- величина ротации левой руки – 0-90 град;
- величина ротации правой руки – 0-180 град;

- величина линейной досылки – 10 мм;
- скорость линейного перемещения – 0,7 м/с;
- скорость вертикального перемещения – 0,2 м/с;
- скорость поворота рук – 180 град/с;
- скорость ротации – 360 град/с.

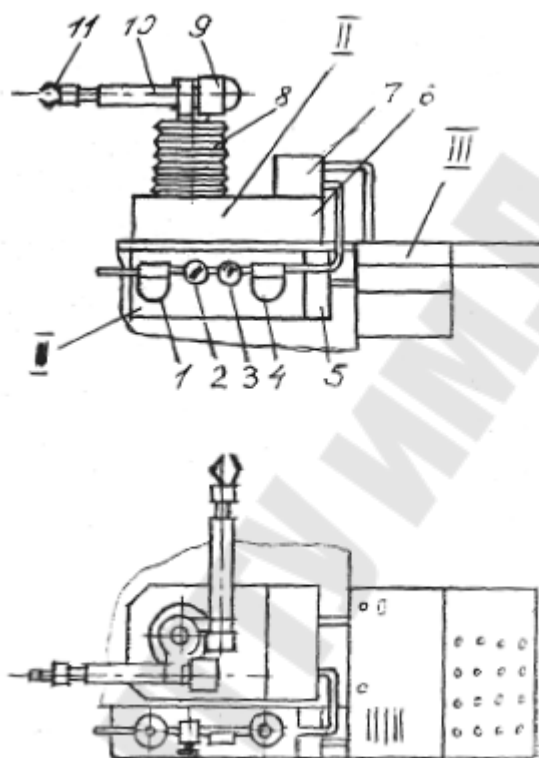


Рис. 11.3. Промышленный робот модели РФ-202М:

I – устройство подготовки воздуха: 1 - фильтр влагоотделитель, 2 - редукционный пневмоклапан, 3 - манометр, 4 - маслораспылитель, 5 - блокирующее устройство;

II – манипулятор: 6- модуль поворота, 7- блок управляемых пневмоклапанов, 8 - модуль подъема, 9 - модуль ротации, 10 - модуль линейного перемещения рук, 11 – модуль захвата;

III – устройство управления СЦ-202М.

Устройство подготовки воздуха включает в себя фильтр влагоотделитель 1, редукционный пневмоклапан 2 с манометром 3, маслораспылитель 4 и блокирующее устройство 5.



Манипулятор состоит из модуля поворота 6, блока управляемых пневмоклапанов 7, модуль подъема 8, модуль ротации 9, модулей линейного перемещения рук 10 и модулей захвата 11.

Устройство управления СЦ-202М обеспечивает управление работой манипулятора и технологического оборудования роботизированной системы, записывание и корректировку программ работы в режиме обучения, контроль за работой манипулятора и технологического оборудования.

Двурукий промышленный робот РПД-1,25 предназначен для загрузки-выгрузки заготовок в штамповое пространство однокривошипных листоштамповочных прессов. Он также может использоваться для обслуживания других видов вертикального исполнения.

Робот осуществляет следующие операции: захват заготовки, расположенной на исходной позиции в ориентированном положении; подъем, кантовку (при необходимости) и транспортирование заготовки к штампу; установку заготовки в штамп; захват, извлечение из матрицы или съем с пуансона и вынос из штампа отштампованной заготовки или детали, причем усилие извлечения из матрицы или съема с пуансона не должно превышать веса заготовки; укладывание заготовки на исходную позицию следующего пресса или сброс деталей в тару.

Робот РПД-1,25 имеет следующие технические данные:

Грузоподъемность: до 1,25 кг

Количество рук: 2 шт.

Наибольшая масса заготовки, переносимая одной рукой: 0,625 кг

Число степеней подвижности (не считая захвата): 4

Наибольшие перемещения рук:

-горизонтальное – 500 мм

-вертикальное – 125 мм

Наибольший поворот рук в горизонтальной плоскости: 32 град

Наибольший угол между осями рук: 60 град

Установившиеся скорости перемещения:

-горизонтального – 1,5 м/с

-вертикального: 0,5 м/с

-поворота руки: 160 м/с

-поворота захвата: 180 град/с

Точность позиционирования:  $\pm 0,1$  мм  
 Привод: пневматический  
 Система управления: УЦМ-663  
 Высота захватов над уровнем пола: 330...955 мм  
 Масса: 568 кг, в том числе  
 -манипулятора: 430 кг  
 -управления УЦМ-663: 113 кг  
 -узла стыковки: 25 кг

Общий вид робота представлен на рис. 11.4.

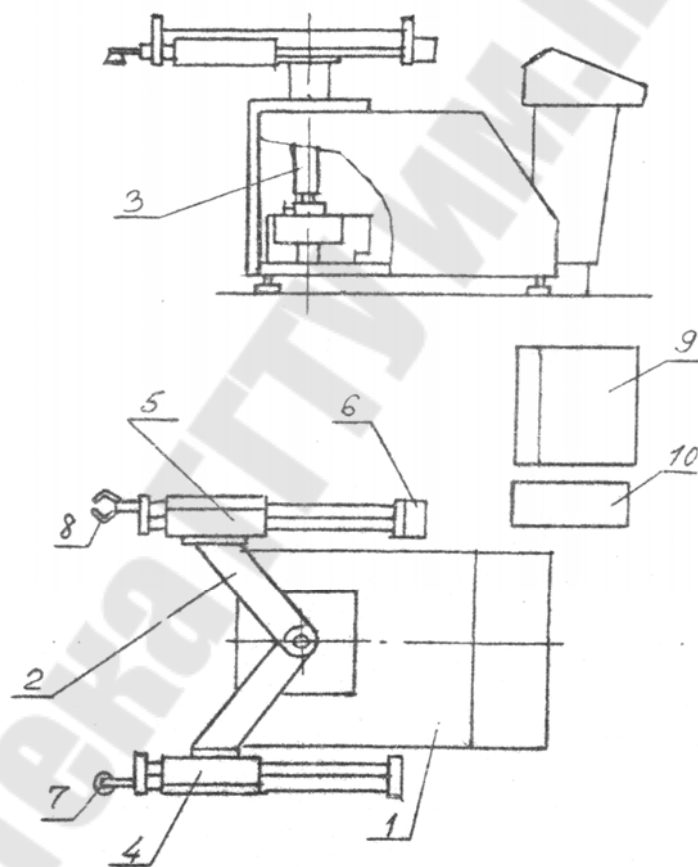


Рис. 11.4. Робот промышленный двурукий РПД-1,25:  
 1- основание , 2 - оголовок , 3- механизм подъема и поворота,  
 4,5- руки, 6 - механизм вращения захвата, 7,8 - захваты , 9 -  
 унифицированное устройство циклового программного управления  
 УЦМ-663, 10 -узел стыковки

Основание сварной конструкции служит для монтажа механизмов робота и пневмооборудования. Рабочее положение

работа относительно пресса регулируется с помощью установочных винтов, которые одновременно служат для регулировки рабочей высоты манипулятора.

Оголовок предназначен для крепления рук робота и состоит из двух рычагов, прикрепляемых к фланцу вала подъема гайками и болтами. Для изменения угла между осями рук имеется механизм, состоящий из червячной шестерни и червяков на рычагах.

Механизм подъема и поворота состоит из корпуса, закрепляемого на основании; вала, имеющего возможность вертикального перемещения и вращения в подшипниках корпуса; поворотного двигателя, осуществляющего поворот вала; пневмоцилиндра подъема-опускания вала с оголовком. Величина подъема регулируется положением упорных гаек на штоке механизма подъема. Для регулировки угла поворота вала на его шлицах посажена шестерня, находящаяся в зацеплении с рейкой с укрепленным на ней упором. Ограничивают перемещение рейки расположенные на штоке упорные гайки, взаимодействующие с упором рейки. Меняя положение упорных гаек на штоке механизма поворота, регулируют угол поворота вала с оголовком. Для отслеживания конечных положений подъема и поворота применяются датчики, а для смягчения ударов – тормозные цилиндры.

Руки, крепятся к оголовку механизма подъема и поворота. Одна из рук обеспечивает поворот заготовки во время транспортировки. В корпусе руки закреплен пневмоцилиндр продольного перемещения штанги руки. На переднем конце штока пневмоцилиндра установлен кронштейн связанный со штангой руки и штангой-упороносителем. На упороносителе расположены упоры с клемными зажимами и регулировочными упорными винтами. Грубая регулировка перемещения осуществляется переустановкой упоров, тонкая регулировка – с помощью упорных винтов на самих упорах. Для смягчения удара в конце движения на корпусе руки установлены тормозные цилиндры.

Для уменьшения действия эксцентричной нагрузки на шток пневмоцилиндра штанга-упороноситель поддерживается двумя роликами. Положение роликов регулируется за счет эксцентричности осей, на которых они укреплены.

Внутри штанги руки проходит полый стержень, на переднем конце которого закрепляется захват, а задний конец которого с помощью поворотного двигателя может поворачиваться вокруг

собственной оси. Через внутреннюю полость стержня может подаваться воздух для привода механического захвата или эжектора вакуумного захвата.

Механизм вращения захвата состоит из поворотного двигателя, корпуса, кронштейна с рейкой и шестерней, шлицевой втулки, пластин, укрепленных на концах рейки, упоров, ограничивающих движение рейки, регулировочных винтов, перемещающих упоры, гаек, датчиков, установленных на упорах. Шлицевая втулка сопрягается с внутренними шлицами с шестерней, приводящей в движение рейку. Шестерня через шпонку передает вращение стержню руки с захватом. Регулировка угла поворота захватов от 0° до 180° обеспечивается перемещением упоров винтами. Произвольное нарушение регулировки устраняется затяжкой гаек. Начало к концу поворота захвата отслеживается датчиками.

Захваты сменные в зависимости от вида заготовок:

клещевой – для объемных заготовок;

вакуумный и электромагнитный – для плоских.

Клещевой захват состоит из пневмоцилиндра одностороннего действия, штока, который через серьги связан с рычагами. На губках рычагов могут закрепляться накладки, выполненные из неметаллических материалов для предотвращения повреждения поверхности заготовки.

При поступлении сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра рычаги захватывают заготовку. При выпуске воздуха рычаги расходятся под действием пружины.

Создание разрежения в полости вакуумного захвата осуществляется эжектором, навинченным на стержень руки. Вакуумный захват навинчивается на эжектор.

Устройство УМЦ-663 обеспечивает управление работой манипулятора в следующих режимах: автоматическом – основном режиме работы по заданной в УМЦ-663 программе; кадровом, в котором обеспечивается отработка одного кадра программы, цикловом, в котором обеспечивается однократная отработка всех кадров программы, записанной в УМЦ-663, ручном, в котором проводится автономная наладка движений всех звеньев манипулятора.

Узел стыковки обеспечивает согласование манипулятора и прессов с управляющим устройством УМЦ-663. В узле стыковки имеется переключатель, который в положении "НАЛАДКА"

обеспечивает автономную наладку технологического оборудования и прессов.

Для управления исполнительными механизмами робота имеются пневмораспределители со встроенными электромагнитами.

### 3. МАТЕРИАЛЫ, ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Промышленные роботы МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М и электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030.

### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Для обеспечения безопасной работы необходимо соблюдать правила электробезопасности. К выполнению экспериментальной части работы слушатели допускаются только после инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. При обнаружении неисправности роботов следует немедленно прекратить выполнение работ и сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

5.1. Изучить устройство и работу промышленных роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М используя настоящее руководство и ЭЦПУ-6030.

5.2. Построить цикловую диаграмму работы робота МП-9С.

### 6. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

6.1. Название лабораторной работы.

6.2. Цель работы. Назначение промышленных роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.

6.3. Рисунки конструкций роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.

6.4. Принцип действия и программирование электронно-циклового программного устройства ЭЦПУ-6030.

6.5. Построение цикловой диаграммы работы робота МП-9С или РФ-202М.

6.6. Выводы по работе.

### 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Назначение промышленных роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.

7.2. Устройство промышленных роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.

7.3. Принцип работы промышленных роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М.

7.4. Принцип действия и программирование электронно-циклового программного устройства ЭЦПУ-6030.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторный практикум по теории, машинам к технологии обработки металлов давлением /Под общ. ред. В.П. Северденко. - Мн.: Высшая школа, 1975.

2. Сычев Е.Г., Короткевич В.Г., Курбацкий И.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Автоматика, автоматизация кузнечно-штамповочного производства процессов» для студентов специальности 0503. - Гомель: ГПИ, 1981.

3. Маковский Н.В. Основы автоматизации деревообрабатывающего производства. – М.: Лесная промышленность, 1972.

4. Скляр А.А. Руководство по эксплуатации счётчика-секундомера ССУ-М. - Черкассы; Облполиграфиздат, 1982.

5. Стрикель Н.И., Буренков В.Ф. Практическое пособие к лабораторным занятиям по курсу «Автоматизация процессов обработки материалов» для студентов специальности Т.02.02.00 «Технология, оборудование и автоматизация процессов обработки материалов». - Гомель: УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2001.

6. Стрикель Н.И. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Автоматизация кузнечно-штамповочного производства» для студентов специальности 12.04. - Гомель: ГПИ, 1989.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Лабораторная работа №1. Технология токарной обработки и безопасные способы производства работ.....	4
Лабораторная работа № 2. Технология сверлильной обработки и безопасные способы производства работ.....	25
Лабораторная работа № 3. Технология обработки шлифованием и безопасные способы производства работ....	42
Лабораторная работа № 4. Технология фрезерной обработки и безопасные способы производства работ.....	63
Лабораторная работа № 5. Датчики: классификация и основные характеристики. Изучение устройства и принципов работы тензометрических датчиков.....	83
Лабораторная работа №6. Изучение устройства и принципов действия контактных и бесконтактных путевых переключателей.....	95
Лабораторная работа №7. Изучение устройства и принципов работы оптических датчиков. Определение скорости движения и автоматический счет деталей с помощью фотоэлектрических датчиков и счетчика-секундомера. ....	102
Лабораторная работа №8. Изучение устройства и работы правильно-разматывающего устройства, наматывающего устройства, ножниц для резки отходов.....	106
Лабораторная работа №9. Средства для подачи непрерывного и условно-непрерывного материала. Изучение устройства и работы валковой, роликовой и клещевой подачи.....	115
Лабораторная работа №10. Средства для подачи штучных заготовок. Изучение устройства и работы шиберной подачи и вибробункера. Определение производительности вибрационного бункерно-загрузочного устройства.....	122
Лабораторная работа №11. Устройство и работа роботов МП-9С, РПД-1,25, РФ-202М. Исследование режимов работы и программирование электронного циклового программного устройства ЭЦПУ-6030 для робота МП-9С.....	130
	Итого: 143



**Лепший Александр Парфенович  
Агунович Ирина Валентиновна**

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ  
И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**Практикум  
для слушателей специальности  
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении  
и приборостроении» заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 13.10.15.

Рег. № 40Е.  
<http://www.gstu.by>