

Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Филиал БНТУ  
«Минский государственный политехнический колледж»

Электронное учебно-методическое пособие по учебной дисциплине

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ**

для специальности 2-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»

Электронный учебный материал

Минск 2019

**Автор:**

Леошко А.Н.

**Рецензенты:**

Данильчик С.С. , канд. тех. наук, доцент, заместитель декана инженерно-педагогического факультета БНТУ

Миланович С.А., мастер производственного обучения филиала БНТУ “МГПК”

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Технологическое и вспомогательное оборудование» учащимися специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж».

пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь

Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42

E-mail: [mgpk@bntu.by](mailto:mgpk@bntu.by)

<http://www.mgpk.bntu.by/>

Регистрационный № ЭИ БНТУ/МГПК – 42.2019

© БНТУ, 2019

© Леошко А.Н., 2019

## Содержание

[Пояснительная записка](#)

[Выписка из типового учебного плана](#)

[Междисциплинарные связи](#)

[Типовая учебная программа](#)

[Тематический план](#)

[Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся](#)

[Содержание программы](#)

[Литература](#)

[Календарно-тематический план](#)

[Перечень существенных и несущественных ошибок](#)

[Теоретический материал](#)

[Учебное занятие 1 «Цели, задачи и предмет изучения учебной дисциплины»](#)

[Учебное занятие 2 «Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании»](#)

[Учебное занятие 3 «Металлорежущие станки, классификация и марки станков. Виды движений в станках»](#)

[Учебное занятие 4 «Приводы станков»](#)

[Учебное занятие 5 «Основные узлы и типовые механизмы металлорежущих станков. Уравнение кинематического баланса»](#)

[Учебное занятие 6 «Механизмы периодического движения. Механизмы прямолинейного движения»](#)

[Учебное занятие 7 «Муфты, их назначение, область применения, конструкции»](#)

[Учебное занятие 8 «Механизмы бесступенчатых передач. Вариаторы»](#)

[Учебное занятие 9 «Коробки скоростей металлорежущих станков. Определение числа ступеней скоростей коробок. Гитары сменных колес»](#)

[Учебное занятие 11 «Гидропривод технологического оборудования. Пневмопривод технологического оборудования»](#)

[Учебное занятие 12 Сведения о цикловом программном управлении станками. Общие сведения о ЧПУ металлорежущими станками](#)

[Учебное занятие 13 «Классификация систем ЧПУ»](#)

[Учебное занятие 14 «Токарные станки с ЧПУ. Назначение, классификация, расчёт режимов резания и необходимой мощности токарного станка»](#)

[Учебное занятие 15 «Токарный станок с оперативной системой управления. Многоцелевой токарный станок. Назначение, техническая характеристика, кинематика. Токарный станок с ЧПУ 16ГС32СУ1 \(с оперативной системой\)»](#)

[Учебное занятие 16 «Правила наладки токарного станка на обработку детали. Техника безопасности при работе на токарных станках с ЧПУ»](#)

[Учебное занятие 21 «Сверлильно-расточные станки с ЧПУ»](#)

[Учебное занятие 22 «Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ. Техника безопасности»](#)

[Учебное занятие 25 «Фрезерные станки с ЧПУ. Виды обработки, классификация»](#)

Учебное занятие 26 «Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ. Наладка фрезерного станка»

Учебное занятие 30 «Многоцелевые станки с ЧПУ. Назначение, особенности компоновки системы ЧПУ многоцелевых станков»

Учебное занятие 31 «Механизмы автоматической смены инструмента. Магазины, кодирование инструмента»

Учебное занятие 32 «Многоцелевой станок с ЧПУ. Назначение. Основные узлы, техническая характеристика, оси координат, кинематика. Станок ИР500ПМФ4»

Учебное занятие 33 «Шлифовальные станки с ЧПУ. Назначение шлифования, абразивный инструмент»

Учебное занятие 34 «Виды шлифовальных станков с ЧПУ. Шлифовальные полуавтоматы. Техника безопасности»

Учебное занятие 35 «Зубообрабатывающие станки с ЧПУ. Виды изделий. Методы обработки зубчатых колёс»

Учебное занятие 37 «Область применения зубообрабатывающих станков с ЧПУ. Зубофрезерный полуавтомат с ЧПУ. Техника безопасности»

Учебное занятие 38 «Классификация промышленных роботов. Приводы промышленных роботов»

Учебное занятие 39 «Компоновка промышленных роботов. Захватные устройства промышленных роботов»

Учебное занятие 40 «Структура роботизированных технологических комплексов»

Учебное занятие 41 «Грузоподъемные устройства. Типовые крановые механизмы»

Учебное занятие 43 «Назначение и виды транспортирующих машин, их основные характеристики»

Учебное занятие 44 «Устройство и принцип работы ленточного конвейера, цепных и роликовых конвейеров. Требования техники безопасности»

Методические указания для проведения лабораторных и практических работ для специальности

Лабораторная работа №1 Исследование взаимосвязи элементов коробки скоростей. Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей

Лабораторная работа №2 Исследование устройства и работы токарного станка

Лабораторная работа №3 «Наладка токарного станка на обработку детали»

Лабораторная работа №4 «Исследование устройства и работы сверлильного станка. Наладка станка на обработку детали»

Лабораторная работа №5 «Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ»

Лабораторная работа №6 «Наладка станка на обработку заданной детали»

Практическая работа № 1 «Расчет скорости резания при работе на токарном станке»

Практическая работа № 2 «Расчет необходимой мощности привода токарного станка для обработки изделия»

Практическая работа №3 «Расчет режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки изделия»

Практическая работа № 4 «Расчет режимов резания и необходимой мощности привода фрезерного станка для обработки изделия»

Вопросы для входного контроля

Вопросы к обязательной контрольной работе

Перечень учебных изданий и информационно-аналитических материалов, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины

Вопросы к ТК № 1

Вопросы к ТК № 2

Вопросы к ТК № 3

## Пояснительная записка

Электронное учебно-методическое пособие по учебной дисциплине «Технологическое и вспомогательное оборудование» может использоваться преподавателями, учащимися дневной и заочной формы получения образования для самостоятельного и дистанционного изучения материала учебной дисциплины «Технологическое и вспомогательное оборудование». В данном электронном учебно-методическом пособии используются теоретический материал, практический материал, вопросы для самоконтроля, презентации для визуализации учебного материала, видеофильмы, вопросы к обязательной контрольной работе, вопросы к тематическим контролям и обратная связь.

**Цели изучения** дисциплины — овладение теоретическими знаниями в указанных областях профессиональной деятельности, а также приобретение умений и навыков применения теоретических знаний в практических ситуациях.

Дисциплина изучается в тесной связи с такими дисциплинами профессионального компонента, как «Основы инженерной графики», «Основы технической механики», «Охрана труда» и др. Чем выше уровень специальных знаний по этим дисциплинам, тем более высокий уровень знаний и умений впоследствии формируется при изучении дисциплины «Технологическое оборудование». Таким образом, реализуются междисциплинарные связи, которые обеспечивают профессиональную направленность будущего специалиста.

В результате изучения дисциплины учащиеся *должны знать на уровне представления:*

- классификацию и систему обозначения станков;
- технические характеристики технологического оборудования с программным управлением и вспомогательного оборудования;

*знать на уровне понимания:*

- структуру и типовые кинематические схемы металлорежущих станков;
- виды движений рабочих органов станков, их назначение;
- системы числового программного управления (ЧПУ), программноносители, оси координат в станках с ЧПУ;
- конструктивные особенности станков с ЧПУ;
- условные обозначения элементов кинематических схем;
- устройство металлорежущих станков;
- режимы обработки изделий и режущий инструмент;
- устройство и принцип работы вспомогательного оборудования;
- структуру и типовые схемы роботизированных технологических комплексов (РТК);

*уметь:*

- расшифровывать обозначения моделей станков;
- составлять схему формообразования изделия на данном станке;
- читать кинематические схемы;
- определять передаточные отношения типовых передач, составлять уравнения кинематического баланса; рассчитывать режимы резания.

**Выписка из типового учебного плана**

Специальность 2-53 01 05

«Автоматизированные электроприводы»

Учебная дисциплина «Технологическое и вспомогательное оборудование»  
изучается на протяжении одного семестра 2 курса

Виды работ	Количество часов
Всего часов на дисциплину	88
Из них: лабораторных и практических работ	20
Количество обязательных контрольных работ	1

## Междисциплинарные связи

«Основы инженерной графики»

«Основы технической механики»

«Охрана труда»

«Техническое обслуживание и ремонт внутрицехового электрооборудования»

«Устройства программного управления в автоматизированном производстве»

«Системы автоматического управления электроприводами»

«Наладка и эксплуатация электроприводов».



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДЕНО  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
28.12.2011 г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ**

**ТИПОВАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

для реализации образовательной программы  
среднего специального образования по специальности  
2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

Минск 2011

*Рекомендовано к изданию экспертным советом  
Республиканского института профессионального образования*

Автор	<i>Т.Н. Бабак</i> , преподаватель УО «Минский государственный политехнический колледж».
Рецензенты	<i>Р.В. Новичихин</i> , доцент кафедры «Робототехнические системы» Белорусского национального технического университета, канд. техн. наук; <i>Ж.Г. Шимбарецкая</i> , преподаватель УО «Гродненский государственный политехнический колледж».

Ответственный за выпуск *Т.М. Будникова*, начальник отдела УО «Республиканский институт профессионального образования».

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Технологическое и вспомогательное оборудование» разработана на основе типовой учебной программы, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 25.08.1997.

Типовая учебная программа обсуждена и одобрена на заседании бюро РМО педагогических работников учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования, по образованию в области автоматизации и обеспечения качества.

---

*Учебное издание*

Редактор *Т.И. Луневич*  
Компьютерная верстка *С.Л. Прокопцовой, Е.С. Павловой*  
Корректор *Л.Э. Татьянок*

Подписано в печать 28.12.11. формат 60x84/16.  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная.  
Усл.печ.л. 2,1. Уч.-изд.л. 1,67. Тираж 15 экз. Код 98/11. Заказ 328.  
Республиканский институт профессионального образования.  
ЛИ № 02330/0549497 от 16.06.09.  
Ул. К. Либкнехта, 32, 220004, г. Минск. Тел. 226-41-00.  
Отпечатано на ризографе Республиканского института профессионального образования. Ул. Матусевича. 24, 220104, г. Минск, тел 201-45-76.

Республиканский институт  
профессионального образования, 2011

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа учебной дисциплины «Технологическое и вспомогательное оборудование» (далее – программа) предусматривает изучение учащимися режимов резания, режущего инструмента, назначения, устройства и наладки металлорежущих станков, промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов, подъемно-транспортного оборудования промышленного производства.

При изложении учебного материала необходимо учитывать междисциплинарные связи с учебными дисциплинами «Основы инженерной графики», «Основы технической механики», «Охрана труда», «Техническое обслуживание и ремонт внутрицехового электрооборудования», «Устройства программного управления в автоматизированном производстве», «Системы автоматического управления электроприводами», «Наладка и эксплуатация электроприводов».

Преподавание учебной дисциплины должно вестись с учетом современного состояния науки и техники, сопровождаться демонстрацией действующих моделей, наглядных пособий, видеофильмов, макетов и т. д.

В результате изучения дисциплины учащиеся *должны знать на уровне представления:*

- классификацию и систему обозначения станков;
- технические характеристики технологического оборудования с программным управлением и вспомогательного оборудования;

*знать на уровне понимания:*

- структуру и типовые кинематические схемы металлорежущих станков;
- виды движений рабочих органов станков, их назначение;
- системы числового программного управления (ЧПУ), программноносители, оси координат в станках с ЧПУ;
- конструктивные особенности станков с ЧПУ;
- условные обозначения элементов кинематических схем;
- устройство металлорежущих станков;
- режимы обработки изделий и режущий инструмент;
- устройство и принцип работы вспомогательного оборудования;
- структуру и типовые схемы роботизированных технологических комплексов (РТК);

*уметь:*

- расшифровывать обозначения моделей станков;
- составлять схему формообразования изделия на данном станке;
- читать кинематические схемы;
- определять передаточные отношения типовых передач, составлять уравнения кинематического баланса; рассчитывать режимы резания.

С целью контроля знаний и умений учащихся программой предусмотрено выполнение обязательной контрольной работы, содержание которой разрабатывается преподавателем и рассматривается на заседании цикловой комиссии.

В программе приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по учебной дисциплине, которые разработаны на основе

десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 № 17).

Программа содержит перечень оснащения кабинета средствами обучения, необходимыми для обеспечения образовательного процесса.

Тематический план учебной программы носит рекомендательный характер. Предметная (цикловая) комиссия может вносить обоснованные изменения в содержание и последовательность изучения материала, в распределение учебных часов по разделам и темам в пределах общего бюджета времени, отведенного на изучение учебной дисциплины, а также заменять отдельные лабораторные и практические работы сходными по содержанию исходя из имеющегося в учреждении образования лабораторного оборудования. Все изменения должны утверждаться заместителем руководителя учреждения образования по учебной работе.

## Тематический план

Раздел, тема	Количество учебных часов		
	Всего	В том числе	
		на лабораторные работы	на практические занятия
<b>Введение</b>	<b>2</b>		
<b>Раздел 1. Металлообрабатывающее оборудование</b>	<b>24</b>	2	
1.1 Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании	4		
1.2 Механический привод технологического оборудования	14	2	
1.3 Гидропривод технологического оборудования	1		
1.4 Пневмопривод технологического оборудования			
1.5 Сведения о цикловом программном управлении станками	1		
1.6 Общее понятие о числовом программном управлении металлорежущими станками	1		
<b>Раздел 2 Металлообрабатывающие станки с ЧПУ</b>	<b>3</b>		
2.1 Токарные станки с ЧПУ	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
2.2 Сверлильно-расточные станки с ЧПУ	14	4	4
2.3 Фрезерные станки с ЧПУ	8	2	2
2.4 Многоцелевые станки с ЧПУ	10	4	2
2.5 Шлифовальные станки с ЧПУ	6		
2.6 Зубообрабатывающие станки с ЧПУ	4		
<i>Обязательная контрольная работа</i>	6		
<b>Раздел 3. Промышленные роботы и робототехнические комплексы</b>	<b>1</b>		
3.1 Классификация промышленных роботов	<b>5</b>		
3.2 Приводы промышленных роботов	1		
3.3 Компоновка промышленных роботов	1		
3.4 Захватные устройства промышленных роботов	1		
3.5 Структура роботизированных технологических комплексов. Типовые схемы РТК	1		
<b>Раздел 4. Вспомогательное оборудование</b>	<b>1</b>		
4.1 Грузоподъемные устройства	<b>8</b>		
4.2 Транспортирующие машины	4		
<b>ИТОГО</b>	<b>4</b>		
	<b>88</b>	<b>12</b>	<b>8</b>

## Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (режущих инструментов, основных узлов технологического оборудования, условных обозначений элементов кинематических схем и т. д.)
2 (два)	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (режущих инструментов, основных узлов технологического оборудования, условных обозначений элементов кинематических схем и т. д.)
3 (три)	Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментарный пересказ основополагающих теоретических сведений. перечисление режущих инструментов, основных узлов технологического оборудования, условных обозначений элементов кинематических схем и т. д.); осуществление умственных и практических действий по образцу (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя и т. д.)
4 (четыре)	Воспроизведение большей части программного учебного материала (воспроизведение основополагающих теоретических сведений, описание назначения и принципа работы технологического оборудования, конструкций режущих инструментов, чтение кинематических схем с элементами объяснения, раскрывающими структурные связи и отношения. и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя и т. д.); наличие единичных существенных ошибок
5 (пять)	Осознанное воспроизведение программного учебного материала (осознанное воспроизведение основополагающих теоретических сведений, описание назначения, устройства и принципа работы технологического оборудования, основных узлов металлорежущих станков, конструкций режущих инструментов, чтение кинематических схем с объяснением структурных связей и отношений и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя и т. д.); наличие несущественных ошибок
6 (шесть)	Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (полное знание и осознанное воспроизведение теоретических сведений, описание назначения и устройства основных узлов технологического оборудования, объяснение конструкций режущего инструмента, чтение кинематических схем металлорежущих станков и других объектов в данной области, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики и т. д.); выполнение задач и заданий по образцу на основе предписаний (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя, наладка оборудования и т. д.); наличие несущественных ошибок
7 (семь)	Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание режущих инструментов, основных узлов технологического оборудования, раскрытие сущности, объяснение

	<p>принципа работы объектов изучения, кинематических схем металлорежущих станков и других объектов в области технологического оборудования, формулирование выводов, подтверждение аргументами и фактами и т. д.); недостаточно самостоятельное выполнение заданий (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя. наладка станка на обработку детали и т. д.): наличие единичных несущественных ошибок</p>
<p>8 (восемь)</p>	<p>Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение особенностей конструкции и устройства режущих инструментов, передач. основных узлов технологического оборудования, раскрытие сущности. объяснение принципа работы объектов изучения, формулирование выводов, подтверждение аргументами и фактами и т. д.); самостоятельное выполнение заданий (расчет элементов режима резания и необходимой мощности двигателя и т. д.); наличие единичных несущественных ошибок</p>
<p>9 (девять)</p>	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала: оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала при выдвижении предположений и гипотез, поиске новых способов и рациональных путей решения учебных задач, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий и т. д.)</p>
<p>10 (десять)</p>	<p>Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельное описание. объяснение объектов изучения в области технологического оборудования, формулирование правил, построение алгоритмов для выполнения заданий, демонстрация рациональных способов решения задач, выполнение рефератов, докладов и т. д.)</p>

*Примечание.* При отсутствии результатов учебной деятельности обучающимся в учреждении среднего специального образования выставляется «0» (ноль) баллов

## Содержание программы

Цель изучения темы	Содержание темы	Результат
<b>Введение</b>		
Сформировать представление о цели, задачах, предмете учебной дисциплины и ее значении в подготовке специалиста. Познакомить с перспективами развития станков с числовым программным управлением, промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов.	Цели, задачи и предмет изучения учебной дисциплины. Значение учебной дисциплины в подготовке специалистов. Основные тенденции технического развития станков с числовым программным управлением, промышленных роботов, роботизированных технологических комплексов.	Высказывает общее суждение о цели и задачах учебной дисциплины и ее значении в подготовке специалиста, перспективах развития станков с ЧПУ, промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов.
<b>Раздел 1 Металлообрабатывающее оборудование</b>		
<b>Тема 1.1 Общие сведения о металлорежущем оборудовании</b>		
Познакомить с оборудованием для литья и обработки металлов давлением. Сформировать знания о классификации металлорежущих станков, видах движений в станках. Сформировать представление о типовых приводах и передачах, применяемых в приводах. Научить расшифровывать марки металлорежущих станков, читать обозначения элементов кинематических схем, определять их взаимосвязь.	Оборудование для литья и обработки металлов давлением. Классификация металлорежущих станков: по виду выполняемых работ, массе, степени точности, специализации, автоматизации. Буквенно-цифровой шифр станков. Классификация движений в станках: основные движения, вспомогательные движения. Назначение и типы приводов технологического оборудования. Передачи, применяемые в приводах. Кинематические схемы станков. Условные обозначения элементов кинематических схем.	Высказывает общее суждение об оборудовании для литья и обработки металлов давлением. Излагает классификацию металлорежущих станков по основным признакам, описывает виды движений в станках. Высказывает общее суждение о типах приводов и передачах, применяемых в приводах. Расшифровывает марки металлорежущих станков. Читает обозначения элементов кинематических схем, определяет их взаимосвязь.
<b>Тема 1.2 Механический привод технологического оборудования</b>		
Сформировать знания о назначении механического привода, устройстве, принципе работы типовых механизмов металлорежущих станков. Обучить основам чтения кинематических пар, составлять уравнение кинематического баланса.	Назначение механического привода. Структура привода. Механические передачи вращательного движения. Механизмы прямолинейного движения. Особенности конструкции шариковой винтовой передачи. Механические бесступенчатые вариаторы. Механизмы периодического движения. Муфты, их назначение, область применения, конструкции. Методика кинематической настройки	Раскрывает назначение механического привода, объясняет устройство, принцип работы типовых механизмов металлорежущих станков. Читает кинематические схемы, определяет передаточное отношение кинематических пар, составляет уравнение кинематического баланса.



	металлорежущих станков. Уравнение кинематического баланса. Гитары сменных колес. Коробки скоростей металлорежущих станков. Определение числа ступеней скорости коробки скоростей.	
<b>Лабораторная работа №1</b>		
Научить анализировать взаимосвязь элементов коробки скоростей. Сформировать умение составлять кинематическую схему коробки скоростей, уравнение кинематического баланса и определять число ступеней скорости коробки скоростей.	Исследование взаимосвязи элементов коробки скоростей. Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей.	Анализирует взаимосвязь элементов коробки скоростей. Составляет кинематическую схему коробки скоростей и уравнение кинематического баланса цепи главного движения. Определяет число ступеней скорости коробки скоростей.
<b>Тема 1.3 Гидропривод технологического оборудования</b>		
Сформировать знания о назначении, области применения, преимуществах и недостатках гидропривода, принципе действия основной гидроаппаратуры.	Назначение, применение в технологическом оборудовании. Его преимущества и недостатки. Краткие сведения о назначении и принципе действия основной гидроаппаратуры.	Описывает назначение и область применения гидропривода. Характеризует его преимущества и недостатки. Объясняет принцип действия основной гидроаппаратуры.
<b>Тема 1.4 Пневмопривод технологического оборудования</b>		
Сформировать знания о назначении, области применения, преимуществах и недостатках пневмопривода, принципе действия основной пневмоаппаратуры	Назначение, применение пневмопривода, его преимущества и недостатки. Краткие сведения о назначении и принципе действия основной пневмоаппаратуры	Описывает назначение и область применения пневмопривода. Характеризует его преимущества и недостатки. Объясняет принцип действия основной пневмоаппаратуры.
<b>Тема 1.5 Сведения о цикловом программном управлении станками</b>		
Сформировать знания о назначении и области применения циклового программного управления (ЦПУ), о взаимосвязи элементов функциональной схемы ЦПУ. Сформировать знания об устройствах задания и ввода программы.	Назначение, область применения систем циклового программного управления, их функциональная схема. Устройства задания и ввода программы.	Определяет назначение ЦПУ, характеризует область применения. Раскрывает взаимосвязь элементов функциональной схемы ЦПУ. Описывает устройства задания и ввода программы, их назначение.
<b>Тема 1.6 Общее понятие о числовом программном управлении металлорежущими станками</b>		
Дать понятие о числовом программном управлении (ЧПУ), о видах программноносителей. Сформировать знания о	Сущность числового программного управления. Краткие сведения о программноносителях. Конструктивные особенности	Излагает сущность ЧПУ, описывает виды программноносителей. Характеризует конструктивные особенности

<p>конструктивных особенностях станков с ЧПУ, их компоновке, о требованиях, предъявляемых к базовым деталям и механизмам станков с ЧПУ. Сформировать знания о классификации систем ЧПУ, их обозначении.</p>	<p>станков с ЧПУ: компоновка, характерные отличия базовых деталей, механизмов, привода главного движения, подачи, вспомогательных механизмов. Основные сведения о системах ЧПУ, их классификация.</p>	<p>станков с ЧПУ и их компоновку. Формулирует требования, предъявляемые к базовым деталям, механизмам привода главного движения и подачи, вспомогательным механизмам. Излагает классификацию систем ЧПУ, объясняет их обозначение.</p>
<b>Раздел 2 Металлорежущие станки с ЧПУ</b>		
<b>Тема 2.1 Токарные станки с ЧПУ</b>		
<p>Познакомить с видами поверхностей, обрабатываемых на токарных станках. Сформировать знания о применяемом режущем и вспомогательном инструменте. Дать знания о методике расчета режимов резания и необходимой мощности привода токарного станка для обработки детали. Дать понятие о назначении, области применения, технических характеристиках, принципе работы, классификации токарных станков с ЧПУ, конструктивных особенностях основных механизмов, о применяемых устройствах ЧПУ. Дать понятие о кинематических схемах, об анализе технических характеристик станков. Сформировать знания о правилах наладки токарного станка на обработку детали. Сформировать знание требований безопасности при выполнении работ на токарных станках с ЧПУ</p>	<p>Виды поверхностей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Режущий и вспомогательный инструмент для токарных станков с ЧПУ. Расчет режимов резания и необходимой мощности привода токарного станка для обработки детали, Назначение и классификация токарных станков с ЧПУ. Системы координат. Токарный станок с оперативной системой управления: назначение, техническая характеристика, устройство ЧПУ, кинематика станка. Многоцелевой токарный станок: назначение, техническая характеристика, устройство ЧПУ, оси координат, кинематика станка. Правила наладки токарного станка на обработку детали. Требования безопасности при выполнении работ на токарных станках с ЧПУ</p>	<p>Называет виды поверхностей, обрабатываемых на токарных станках. Излагает классификацию применяемого режущего и вспомогательного инструмента. Комментирует режимы резания, устанавливает необходимую мощность привода токарного станка для обработки детали. Описывает назначение и излагает классификацию токарных станков с ЧПУ, раскрывает принцип работы и конструктивные особенности основных механизмов. Комментирует кинематические схемы, анализирует технические характеристики станков. Объясняет правила наладки токарного станка на обработку детали. Излагает требования безопасности при выполнении работ на токарных станках с ЧПУ.</p>
<b>Лабораторная работа № 2</b>		
<p>Сформировать умение анализировать устройство и работу токарного станка.</p>	<p>Исследование устройства и работы токарного станка</p>	<p>Анализирует конструктивные особенности токарного станка.</p>
<b>Лабораторная работа № 3</b>		
<p>Научить выполнять наладку токарного станка на обработку детали</p>	<p>Наладка токарного станка на обработку детали.</p>	<p>Выполняет наладку токарного станка на обработку детали.</p>

<b>Практическая работа № 1</b>		
Закрепить умение рассчитывать скорость резания при работе на токарном станке.	Расчет скорости резания при работе на токарном станке.	Рассчитывает скорость резания токарного станка.
<b>Практическая работа № 2</b>		
Закрепить умение рассчитывать необходимую мощность привода токарного станка для обработки изделия	Расчет необходимой мощности привода токарного станка для обработки изделия	Рассчитывает необходимую мощность привода токарного станка для обработки изделия
<b>Тема 2.2 Сверлильно-расточные станки с ЧПУ</b>		
<p>Познакомить с видами поверхностей, обрабатываемых на сверлильных станках.</p> <p>Дать понятие о применяемых режущих и вспомогательных инструментах.</p> <p>Дать понятие об определении режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки детали.</p> <p>Сформировать знания о назначении, области применения, технической характеристике, принципе работы вертикально-сверлильного станка с ЧПУ, конструктивных особенностях основных механизмов, применяемом устройстве ЧПУ, чтении кинематических схем, анализе технических характеристик вертикально-сверлильного станка с ЧПУ.</p> <p>Дать понятие о правилах наладки сверлильного станка на обработку детали.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при выполнении работ на сверлильных и расточных станках с ЧПУ.</p>	<p>Виды поверхностей, обрабатываемых на станках сверлильно-расточной группы с ЧПУ. Режущий инструмент для сверлильных станков с ЧПУ, его разновидности и назначение. Расчет режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки детали.</p> <p>Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ. Назначение, технические характеристики, используемое устройство ЧПУ. Кинематика станка.</p> <p>Правила наладки сверлильных и расточных станков с ЧПУ на обработку детали.</p> <p>Требования безопасности при выполнении работ на сверлильных и расточных станках с ЧПУ.</p>	<p>Называет виды поверхностей, обрабатываемых на станках сверлильно-расточной группы. Излагает классификацию применяемого режущего инструмента.</p> <p>Определяет режимы резания и необходимую мощность привода сверлильного станка для обработки детали.</p> <p>Описывает назначение, область применения, технические характеристики вертикально-сверлильного станка с ЧПУ, раскрывает принцип работы и конструктивные особенности. Комментирует кинематическую схему, анализирует технические характеристики.</p> <p>Объясняет правила наладки сверлильного станка на обработку детали.</p> <p>Излагает требования безопасности при выполнении работ на сверлильных и расточных станках с ЧПУ.</p>
<b>Практическая работа № 3</b>		
Закрепить умение рассчитывать режимы резания и необходимую мощность привода сверлильного станка для обработки изделия.	Расчет режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки изделия.	Рассчитывает режимы резания и необходимую мощность привода сверлильного станка для обработки изделия.
<b>Лабораторная работа № 4</b>		
Сформировать умение анализировать устройство и работу сверлильного станка.	Исследование устройства и работы сверлильного станка. Наладка станка на обработку	Анализирует конструктивные особенности сверлильного станка.

Научить выполнять наладку станка на обработку детали.	детали.	Выполняет наладку станка на обработку детали.
<b>Тема 2.3 Фрезерные станки с ЧПУ</b>		
<p>Познакомить с видами поверхностей, обрабатываемых на фрезерных станках. Сформировать знания о применяемом режущем и вспомогательном инструменте. Дать понятие о порядке расчета режимов резания и необходимой мощности привода станка при фрезеровании.</p> <p>Дать понятие о типах фрезерных станков с ЧПУ, их конструктивных особенностях, области применения.</p> <p>Сформировать знания о назначении, области применения, технических характеристиках, принципе работы вертикально-фрезерного станка с ЧПУ, конструктивных особенностях основных механизмов. Дать понятие о применяемом устройстве ЧПУ (УЧПУ).</p> <p>Дать понятие о чтении кинематической схемы фрезерного станка с ЧПУ, анализе технических характеристик станка, составлении уравнений кинематического баланса.</p> <p>Дать понятие о правилах наладки фрезерного станка на обработку детали.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при выполнении работ на фрезерных станках с ЧПУ.</p>	<p>Виды поверхностей, обрабатываемых на станках с ЧПУ фрезерной группы. Классификация фрез и их назначение. Назначение, классификация станков фрезерной группы с ЧПУ, их конструктивные особенности; применяемые системы ЧПУ. Расчет режимов резания и необходимой мощности привода при фрезеровании.</p> <p>Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ. Назначение, область применения, технические характеристики, основные узлы; УЧПУ, оси координат. Кинематика станка.</p> <p>Правила наладки фрезерного станка на обработку детали.</p> <p>Требования безопасности при выполнении работ на фрезерных станках с ЧПУ.</p>	<p>Называет виды поверхностей, обрабатываемых на фрезерных станках; излагает классификацию применяемого режущего и вспомогательного инструмента. Рассчитывает режимы резания и необходимую мощность привода при фрезеровании.</p> <p>Описывает назначение, область применения, излагает классификацию фрезерных станков с ЧПУ, раскрывает принцип работы и конструктивные особенности.</p> <p>Комментирует кинематические схемы, анализирует технические характеристики станков, выводит уравнения кинематического баланса.</p> <p>Объясняет правила наладки фрезерного станка на обработку детали.</p> <p>Излагает требования безопасности при выполнении работ на фрезерных станках с ЧПУ.</p>
<b>Лабораторная работа № 5</b>		
Сформировать умение анализировать устройство и работу основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ	Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ.	Анализирует устройство и работу основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ
<b>Лабораторная работа № 6</b>		
Научить выполнять наладку станка на обработку детали.	Наладка фрезерного станка на обработку заданной детали	Выполняет наладку фрезерного станка на обработку детали.
<b>Практическая работа №4</b>		
Закрепить умение рассчитывать режимы резания и необходимую мощность привода фрезерного станка для	Расчет режимов резания и необходимой мощности привода фрезерного станка для	Рассчитывает режимы резания и необходимую мощность привода фрезерного станка для

привода фрезерного станка для обработки изделия.	обработки изделия.	обработки изделия.
<b>Тема 2.4 Многоцелевые станки с ЧПУ</b>		
<p>Сформировать знания о назначении, области применения, конструктивных особенностях многоцелевых станков с ЧПУ, об устройстве и принципе работы механизмов смены инструмента, автооператоров, о применяемых устройствах ЧПУ.</p> <p>Сформировать знания о назначении, области применения, технических характеристиках, принципе работы многоцелевого станка с ЧПУ, конструктивных особенностях основных механизмов.</p> <p>Дать понятие о кинематических схемах многоцелевых станков, составлении уравнений кинематического баланса.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при выполнении работ на многоцелевых станках с ЧПУ.</p>	<p>Общие сведения о многоцелевых станках с ЧПУ. Назначение, особенности компоновки, системы координат, УЧПУ. Механизмы автоматической смены инструмента.</p> <p>Типы и конструкции инструментальных магазинов. Способы кодирования инструмента. Многоцелевой станок с ЧПУ. Назначение, основные узлы, техническая характеристика, устройство ЧПУ, оси координат. Кинематика станка.</p> <p>Требования безопасности при выполнении работ на многоцелевых станках с ЧПУ</p>	<p>Излагает классификацию многоцелевых станков, раскрывает их назначение, область применения. Характеризует конструктивные особенности, применяемые устройства ЧПУ. Объясняет принцип действия механизмов смены инструмента.</p> <p>Комментирует кинематические схемы, выводит уравнения кинематического баланса.</p> <p>Излагает требования безопасности при выполнении работ на многоцелевых станках с ЧПУ.</p>
<b>Тема 2.5 Шлифовальные станки с ЧПУ</b>		
<p>Дать понятие о назначении шлифования, применяемом режущем инструменте, об определении режимов резания при шлифовании, о выборе абразивного инструмента в зависимости от условий шлифования.</p> <p>Сформировать знания о классификации станков шлифовальной группы с ЧПУ, их назначении, устройстве основных узлов, технической характеристике, применяемом устройстве ЧПУ.</p> <p>Дать понятие о кинематической схеме шлифовального станка с ЧПУ, составлении уравнений кинематического баланса.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при выполнении работ на шлифовальных станках с ЧПУ.</p>	<p>Назначение шлифования при обработке деталей машин. Достижимая точности размеров и шероховатость поверхности после шлифования. Виды абразивных инструментов и их характеристика. Режимы резания при шлифовании. Выбор абразивного инструмента в зависимости от условий шлифования.</p> <p>Виды шлифовальных станков с ЧПУ, их назначение.</p> <p>Шлифовальный полуавтомат. Назначение, устройство ЧПУ, основные узлы, техническая характеристика. Кинематика станка. Правила наладки шлифовальных станков.</p> <p>Требования безопасности при выполнении работ на шлифовальных станках с ЧПУ</p>	<p>Описывает назначение шлифования при обработке деталей машин, характеризует применяемый абразивный инструмент и аргументирует его выбор в зависимости от условий обработки.</p> <p>Излагает классификацию шлифовальных станков с ЧПУ, определяет их марки, назначение; объясняет устройство основных узлов, принцип работы, характеризует движения в станках, компоновки, применяемые устройства ЧПУ.</p> <p>Комментирует кинематические схемы шлифовальных станков с ЧПУ, выводит уравнения кинематического баланса.</p> <p>Излагает требования безопасности при выполнении работ на шлифовальных</p>

Познакомить с видами изделий, получаемых на зубообрабатывающих станках с ЧПУ.		станках с ЧПУ.
<b>Тема 2.6 Зубообрабатывающие станки с ЧПУ</b>		
<p>Познакомить с видами изделий, получаемых на зубообрабатывающих станках. Сформировать знания о режущем инструменте для нарезания зубьев зубчатых колес, методах нарезания зубчатых колес, применяемом оборудовании.</p> <p>Сформировать понятие о расчете режимов резания при зубонарезании.</p> <p>Дать понятие о назначении зубофрезерного полуавтомата с ЧПУ, его основных узлах, принципе работы, чтении кинематической схемы.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при выполнении работ на зубообрабатывающих станках с ЧПУ.</p>	<p>Виды изделий, получаемых на зубообрабатывающих станках с ЧПУ, методы обработки, движения при зубонарезании. Режущий инструмент для нарезания зубьев на станках с ЧПУ, его назначение. Режимы резания при зубонарезании.</p> <p>Назначение, область применения зубообрабатывающих станков с ЧПУ. Зубофрезерный полуавтомат с ЧПУ: назначение, техническая характеристика. устройство ЧПУ, основные узлы, принцип работы. Основные и вспомогательные движения в станке, кинематика. Требования безопасности при выполнении работ на зубообрабатывающих станках с ЧПУ.</p>	<p>Называет виды изделий, получаемых на зубообрабатывающих станках с ЧПУ. Характеризует применяемый режущий инструмент и методы нарезания зубчатых колес. Рассчитывает режимы резания при зубонарезании.</p> <p>Описывает назначение зубофрезерного полуавтомата с ЧПУ. его основные узлы, излагает принцип работы. Характеризует основные движения и применяемые устройства ЧПУ. Обосновывает применение.</p> <p>Комментирует кинематическую схему, выводит уравнения кинематического баланса. Излагает требования безопасности при выполнении работ на зубообрабатывающих станках с ЧПУ.</p>
<b>Обязательная контрольная работа</b>		
<b>Раздел 3 Промышленные роботы и робототехнические комплексы</b>		
<b>Тема 3.1 Классификация промышленных роботов</b>		
Дать понятие о промышленном роботе, классификации промышленных роботов.	Основные понятия и определения. Классификация промышленных роботов по назначению, выполняемым операциям, специализации, грузоподъемности и т. д.	Определяет понятие «промышленный робот», излагает классификацию промышленных роботов по различным признакам.
<b>Тема 3.2 Приводы промышленных роботов</b>		
Сформировать знания об основных требованиях, предъявляемых к приводам промышленных роботов, о видах приводов, их достоинствах и недостатках.	Основные требования, предъявляемые к приводам промышленных роботов. Факторы, определяющие выбор типа привода для конкретного производства. Электромеханические, пневматические, гидравлические приводы, их достоинства и недостатки.	Описывает требования, предъявляемые к приводам промышленных роботов, излагает факторы, определяющие выбор типа привода. Характеризует достоинства и недостатки различных приводов промышленных роботов.
<b>Тема 3.3 Компонировка промышленных роботов</b>		
Сформировать знания о схемах компоновки промышленных	Основные схемы компоновки промышленных роботов, их	Описывает схемы компоновки промышленных роботов,

роботов, их особенностях. Познакомить с Промышленными роботами агрегатно-модульной конструкции.	особенности, преимущества и недостатки. Промышленные роботы агрегатно-модульной конструкции.	характеризует их особенности, преимущества и недостатки. Высказывает общее суждение о промышленных роботах агрегатно-модульной конструкции.
<b>Тема 3.4 Захватные устройства промышленных роботов</b>		
Сформировать знания о видах и назначении захватных устройств, структуре, приводах захватных устройств, требованиях, предъявляемых к захватным устройствам.	Назначение захватных устройств. Требования, предъявляемые к захватным устройствам. Структура захватных устройств. Зажимные механизмы захватных устройств. Приводы захватных устройств. Захватные устройства с жесткими и гибкими пальцами. Универсальные захватные устройства.	Описывает назначение захватных устройств промышленных роботов и их структуру, формулирует требования, предъявляемые к захватным устройствам. Характеризует зажимные механизмы и приводы захватных устройств.
<b>Тема 3.5 Структура роботизированных технологических комплексов. Типовые схемы РТ</b>		
Сформировать знания об области применения роботизированных технологических комплексов, их составных частях, структурных схемах, основном и вспомогательном оборудовании, применяемом в роботизированных технологических комплексах.	Область применения и составные части роботизированных технологических комплексов. Основное и вспомогательное оборудование роботизированных технологических комплексов. Линейная и круговая структурные схемы роботизированных технологических комплексов, их особенности.	Характеризует область применения и схемы роботизированных технологических комплексов, их особенности. Описывает основное и вспомогательное оборудование роботизированных технологических комплексов
<b>Раздел 4 Вспомогательное оборудование</b>		
<b>Тема 4.1 Грузоподъемные устройства</b>		
Дать понятие о видах, назначении и основных параметрах грузоподъемных устройств, принципе работы и назначении типовых крановых механизмов. Сформировать знания об устройстве и принципе работы подвесной кран-балки и козлового крана, назначении, видах и конструктивных особенностях подъемников.	Классификация грузоподъемных устройств. Типовые крановые механизмы. Механизмы подъема и их элементы: лебедки, полиспасты, барабаны. Тормозное оборудование. Механизм передвижения. Механизм поворота. Основные параметры грузоподъемных устройств. Устройство и принцип работы подвесной кран-балки, козлового крана. Подъемники: назначение, виды, конструктивные особенности.	Излагает классификацию грузоподъемных устройств, раскрывает их назначение, характеризует основные параметры грузоподъемных устройств. Объясняет устройство, принцип работы и назначение типовых крановых механизмов.

### Тема 4.2 Транспортирующие машины

<p>Дать понятие о видах, назначении и основных параметрах транспортирующих машин, их устройстве и принципе работы.</p> <p>Дать понятие об устройстве, принципе работы конвейеров.</p> <p>Сформировать знания требований безопасности при применении подъемно-транспортных машин</p>	<p>Назначение и виды транспортирующих машин, их основные характеристики.</p> <p>Устройство и принцип работы ленточного конвейера.</p> <p>Роликовые опоры и барабаны, натяжные устройства.</p> <p>Устройство и принцип работы цепных и роликовых конвейеров.</p> <p>Требования безопасности при применении подъемно-транспортных машин</p>	<p>Излагает классификацию транспортирующих машин, раскрывает их назначение и характеризует основные параметры.</p> <p>Объясняет устройство, принцип работы конвейеров.</p> <p>Излагает требования безопасности при применении подъемно-транспортных машин</p>
---	---	---



## Литература

### Основная

- 1 Гапонкин, В. А. «Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки». В.А. Гапонкин, Л.К. Лукашев, Т.Г. Суворов. М., 1990.
- 2 Додонов, Б.П. «Грузоподъемные и транспортные устройства»: учеб. / Б.П. Додонов, В. А. Лифанов. 2-е изд., перераб и доп. М., 1990.
- 3 Локтева, С.Е. «Станки с программным управлением и промышленные роботы»: учеб. / С.Е. Локтева. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1986.
- 4 «Справочник технолога-машиностроителя» В 2 т. Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М. 1985.
- 5 Чернов Н.Н. «Металлорежущие станки» М, 1988.

### Дополнительная

- 1 Каштальян, И.А. «Обработка на станках с числовым программным управлением»: справ, пособие / И.А. Каштальян, В.И. Клевзович. Минск, 1983.
- 2 «Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов»: учеб, пособие / Л.Н. Грачев [и др.]. М., 1986.
- 3 Маеров, А.Г. «Устройство, основы конструирования и расчет металлообрабатывающих станков и автоматических линий»: учеб, пособие / А.Г. Маеров. М., 1986.
- 4 Марголит, Р.Б. «Эксплуатация и наладка станков с программным управлением и промышленных роботов» /Р.Б. Марголит. М., 1981.
- 5 Тригубкин, В.А. «Эксплуатация и наладка станков с программным управлением и робототехнических комплексов»: лабораторный практикум / В.А. Тригубкин. Минск, 1998.

### Стандарты

- 1 ГОСТ 2.703-68. ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем.
- 2 ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего назначения.
- 3 ГОСТ 2.770-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики.
- 4 ГОСТ 25204-82. Роботы промышленные. Ряды номинальной грузоподъемности.
- 5 ГОСТ 25685-83. Роботы промышленные. Классификация.

### Календарно-тематический план

№№ вучэбных заняткаў	Назва раздзелаў, назвы тэм па вучэбнай праграме, назвы тэм асобных вучэбных заняткаў	Колькасць вучэбных гадзін	Заданне для навучэнцаў на дом
1	<b>Введение</b>	<b>2</b>	
	Цели, задачи и предмет изучения учебной дисциплины.	2	(3), с. 3 - 4
	<b>Раздел 1 металлообрабатывающее оборудование</b>	<b>24</b>	
	<b>Тема 1.1</b> Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании.	<b>4</b>	
2	Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании.	2	(1), с. 3 - 4
3	Металлорежущие станки, классификация и марки станков. Виды движений в станках.	2	(2), с. 5-13
	<b>Тема 1.2</b> Механический привод технологического оборудования.	<b>14</b>	
4	Механический привод технологического оборудования.	2	(2), с. 13-15, 25-29
5	Основные узлы и типовые механизмы металлорежущих станков. Компонентные и кинематические схемы станков. Уравнение кинематического баланса	2	(2), с. 8-13, 22-24
6	Механизмы прямолинейного движения. Механизмы периодического движения	2	(2), с. 42-47
7	Муфты, их назначение, область применения, конструкции.	2	(2), с. 47-51
8	Механизмы бесступенчатых передач. Вариаторы	2	(2), с. 41-42
9	Коробки скоростей металлорежущих станков. Определение числа ступеней скоростей коробок. Гитары сменных колес.	2	(2), с. 25-29
10	<b>Лабораторная работа №1</b> Исследование взаимосвязи элементов коробки скоростей. Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей.	2	(2), с. 8-13
	<b>Тема 1.3.</b> Гидропривод технологического оборудования <b>Тема 1.4</b> Пневмопривод технологического оборудования	<b>1</b> <b>1</b>	
11	Пневмопривод технологического оборудования. Гидропривод технологического оборудования	1 1	(2), с. 82-85 (4), с. 5-8
	<b>Тема 1.5</b> Сведения о цикловом программном управлении станками.	<b>1</b>	

	<b>Тема 1.6</b> Общие сведения о ЧПУ металлорежущими станками.	<b>3</b>	
12	Сведения о цикловом программном управлении станками. Общие сведения о ЧПУ металлорежущими станками. <b>ТК№1</b>	1 1	(1), с. 13-21 (1), с. 23-27
13	Основные сведения о системах ЧПУ, классификация СЧПУ. Конструктивные особенности станков с ЧПУ	2	(1), с. 24-32
	<b>Раздел 2</b> Металлообрабатывающие станки с ЧПУ	<b>49</b>	
	<b>Тема 2.1</b> Токарные станки с ЧПУ.	<b>14</b>	
14	Назначение, классификация, расчёт режимов резания и необходимой мощности токарного станка	2	(1), с. 66-68
15	Токарный станок с оперативной системой управления. Многоцелевой токарный станок. Назначение, техническая характеристика, кинематика	2	(1), с. 101-103
16	Правила наладки токарного станка на обработку детали. Техника безопасности при работе на токарных станках с ЧПУ	2	(1), с. 46-49
17	<b>Лабораторная работа № 2</b> Исследование устройства и работы токарного станка.	2	(1), с. 40-45
18	<b>Лабораторная работа №3</b> Наладка токарного станка на обработку заданной детали.	2	(1), с. 46-49
19	<b>Практическая работа №1</b> Расчет скорости резания при работе на токарном станке.	2	(3), с. 27-30
20	<b>Практическая работа № 2</b> Расчет необходимой мощности привода токарного станка.	2	(3), с. 31-36
	<b>Тема 2.2</b> Сверлильно-расточные станки с ЧПУ.	<b>8</b>	
21	Сверлильно-расточные станки с ЧПУ.	2	(1), с. 109-116
22	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ. Техника безопасности.	2	(1), с. 111-116
23	<b>Практическая работа № 3</b> Расчет режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки изделия.	2	(2), с. 66-69
24	<b>Лабораторная работа № 4</b> Исследование устройства и работы сверлильного станка. Наладка станка на обработку детали.	2	(2), с. 101-103

	<b>Тема 2.3 Фрезерные станки с ЧПУ</b>	<b>10</b>	
25	Фрезерные станки с ЧПУ. Виды обработки, классификация. <b>ТК № 2</b>	2	(1), с. 138-141
26	Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ. Наладка фрезерного станка.	2	(1), с. 144-147
27	<b>Лабораторная работа № 5</b> Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ.	2	(1), с. 141-147
28	<b>Лабораторная работа № 6</b> Наладка фрезерного станка на обработку заданной детали	2	(1), с. 101-103
29	<b>Практическая работа № 4</b> Расчёт режимов резания и необходимой мощности привода фрезерного станка для обработки изделия	2	(2), с. 65-68
	<b>Тема 2.4 Многоцелевые станки с ЧПУ.</b>	<b>6</b>	
30	Многоцелевые станки с ЧПУ. Назначение, особенности компоновки системы ЧПУ многоцелевых станков.	2	(1), с. 150-157
31	Механизмы автоматической смены инструментов. Магазины, кодирование инструмента	2	(1), с. 153-156
32	Многоцелевой станок с ЧПУ. Назначение, основные узлы, техническая характеристика, оси корд-т, кинематика. Станок ИР500ПМФ4	2	(1), с. 171-176
	<b>Тема 2.5 Шлифовальные станки с ЧПУ.</b>	<b>4</b>	
33	Шлифовальные станки с ЧПУ. Назначение шлифования, абразивный инструмент	2	(1), с. 197-204
34	Виды шлифовальных станков с ЧПУ. Шлифовальные полуавтоматы. Техника безопасности.	2	(1), с.198-200
	<b>Тема 2.6 Зубообрабатывающие станки с ЧПУ.</b>	<b>6</b>	
35	Зубообрабатывающие станки с ЧПУ. Виды изделий. Методы обработки зубчатых колёс.	2	(1), с. 209- 210
36	Режущий инструмент, режимы резания для зубообрабатывающие станки с ЧПУ.	2	(1), с. 209-211
37	Область применения зубообрабатывающих станков с ЧПУ. Зубофрезерный п/а с ЧПУ. Техника безопасности. <b>ТК № 3</b>	2	(1), с. 227-230
	<b>Раздел 3 Промышленные роботы и робототехнические комплексы.</b>	<b>5</b>	
	<b>Тема 3.1</b> Классификация промышленных роботов.	<b>1</b>	
	<b>Тема 3.2</b> Приводы промышленных роботов.	<b>1</b>	

38	Классификация промышленных роботов. Приводы промышленных роботов.	1 1	(1), с. 254-260 (1), с. 263-265
	<b>Тема 3.3</b> Компоновка промышленных роботов. <b>Тема 3.4</b> Захватные устройства промышленных роботов.	<b>1</b> <b>1</b>	
39	Компоновка промышленных роботов. Захватные устройства промышленных роботов. Подготовка к ОКР№1	1 1	(1), с. 260-270 (1), с. 263-271
	<b>Тема 3.5</b> Структура роботизированных технологических комплексов.	<b>1</b>	
40	Структура роботизированных технологических комплексов. <b>ОКР № 1</b>	1 1	(1), с. 263-265
	<b>Раздел 4</b> <b>Вспомогательное оборудование.</b>	<b>8</b>	
	<b>Тема 4.1</b> Грузоподъемные устройства.	<b>4</b>	
41	Грузоподъемные устройства. Типовые крановые механизмы. Анализ ОКР № 1	2	(4), с. 8-16
42	Механизмы передвижения, механизмы поворота. Устройство и принцип работы подвесной кран-балки, козлового крана.	2	(4), с. 24-30
	<b>Тема 4.2</b> Транспортирующие машины.	<b>4</b>	
43	Назначение и виды транспортирующих машин, их основные характеристики.	2	(4), с. 151-156
44	Устройство и принцип работы ленточного конвейера, цепных и роликовых конвейеров. Требования техники безопасности.	2	(4), с. 167-170

**Перечень существенных и несущественных ошибок**  
**по учебной дисциплине «Технологическое оборудование»**  
**для специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»**

*Существенными ошибками являются:*

- ошибки в характеристике номенклатуры оборудования и технических возможностей каждого типа металлорежущих станков;
- ошибки в описании и выполнении рациональных приёмов наладки и эксплуатации металлорежущих станков;
- ошибки в изложении принципа работы и назначения типовых механизмов металлорежущих станков, устройства металлорежущих станков различных типов;
- ошибки в изложении особенностей наладки станков различных типов;
- ошибки в применении методики расчёта типовых механизмов металлорежущих станков;
- ошибки в чтении условных графических обозначений элементов кинематических схем и неумение читать кинематические схемы;
- ошибки в определении передаточных отношений типовых передач и в составлении уравнения кинематического баланса;
- ошибки в выборе металлорежущего оборудования для оснащения технологического процесса.

*Несущественными ошибками являются:*

- незначительные ошибки в изложении определений и классификаций;
- незначительные ошибки и неточности в изложении назначения и принципа работы металлорежущих станков;
- единичные ошибки в чтении кинематических схем, не полное перечисление зацеплений в групповой передаче;
- незначительные ошибки в изложении этапов настройки металлорежущих станков.

# Теоретический материал

## Учебное занятие 1

### Тема: «Цели, задачи и предмет изучения учебной дисциплины»

**Основная цель изучения дисциплины** – получение учащимися знаний об устройстве, технологической наладке и эксплуатации металлорежущих станков.

Цель и задачи курса «Технологическое оборудование» заключаются в ознакомлении студентов с физической сущностью процесса резания, контрольно-измерительными приборами, типами металлорежущих станков, основами технологии обработки конструкционных материалов

Задачи дисциплины

–ознакомиться со станками, используемыми при механической обработке металлов резанием;

–ознакомиться с инструментами, используемыми при механической обработке металлов резанием.

Изучение дисциплины основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Материаловедение».

### **Развитие системы машин**

Непрерывно возрастающее значение машин во всех отраслях производства вызвало бурное развитие станкостроения — технической базы всей машиностроительной промышленности. Металлообрабатывающие станки явились основой производства машин машинами.

Их назначение — обработка всевозможных металлических заготовок с целью получения деталей определенной конфигурации, с заданными размерами, формой и качеством. Чем больше масштабы производства машин, тем более массовым должен быть выпуск деталей, тем более совершенными и производительными должны быть станки, обеспечивающие обработку необходимых деталей. Механический суппорт, примененный вначале для токарных и токарно-винторезных станков, был впоследствии превращен в весьма совершенный механизм и в модернизированной форме перенесен на многие станки, предназначенные для изготовления машин.

По мере совершенствования механического суппорта, системы зубчатых передач, механизма подачи, зажимных устройств и некоторых других конструктивных элементов кинематической схемы металлорежущие станки превращаются во все более развитые машины. В 70-х годах XIX в. машиностроение уже располагало основными рабочими машинами, позволявшими производить механическим способом важнейшие металлообрабатывающие операции.

Выдающуюся роль в развитии станкостроения сыграл машиностроительный завод, созданный Генри Модели. По существу, это была настоящая школа механиков-машиностроителей, развивавших прогрессивные технические традиции основателя английского станкостроения. Здесь начинали работу и творческую деятельность такие видные конструкторы, исследователи и изобретатели в области машиностроения, как Д. Вит-ворт, Р. Роберте, Д. Несмит, Д. Клемент, Э. Уитни и

др. Существенно то, что на заводе Модели была применена уже машинная система производства: трансмиссиями соединялось большое число рабочих машин, приводимых в движение универсальным тепловым двигателем. Этот завод изготовлял вначале детали для паровых машин, а в дальнейшем выпускал токарные, строгальные и другие механические станки. По образцу завода Г. Модели (впоследствии завод фирмы «Maudslay and Field») начали создаваться многие машиностроительные предприятия.

Мировое станкостроение в последней трети XIX в. располагало пятью основными типами металлорежущих станков. Преобладающую часть станочного парка составляли токарные станки, которые применяли для обработки наружных и внутренних поверхностей тел вращения. На токарных станках обтачивали гладкие и ступенчатые валы, конусы, шары, различные фасонные поверхности, растачивали цилиндры, отверстия, нарезали резьбу. Вторую многочисленную группу составляли сверлильные станки, предназначенные для сверления и обработки отверстий, а также для расточки и нарезки резьбы. Строгальные станки, подразделявшиеся на горизонтальные и вертикальные (долбежные), служили для обработки плоских поверхностей изделий. Расширилось использование фрезерных станков для обработки наружных и внутренних поверхностей особенно точных деталей, а также для получения изделий фасонной конфигурации. Наконец, пятую группу металлообрабатывающего оборудования составляли шлифовальные станки, на которых проводили чистовую обработку деталей различной формы с помощью абразивных материалов и инструментов.

В свою очередь, специализированные типы станков дифференцировались по характеру выполняемых в производственном процессе технологических операций. Появляются станки, предназначенные для выполнения одной определенной или нескольких аналогичных операций. Так, в группе универсальных токарных станков появился специализированный станок для растачивания длинных цилиндрических и полых изделий (типа орудийных стволов и гребных валов). Был создан горизонтально-расточный станок, предназначенный для точной расточки внутренних поверхностей. Специфика обработки крупных деталей малой длины и большого диаметра вызвала появление токарно-лобовых станков. Для тяжелых, крупногабаритных изделий, которые трудно установить на обычных токарных станках, создаются токарно-карусельные станки. Видную роль в металлообработке начинают играть токарно-револьверные станки, снабженные специальной револьверной головкой, в которой закрепляют разнообразные режущие инструменты. Некоторые станки револьверного типа позволяли устанавливать в одной головке до 12-16 инструментов.

**Первыми автоматизированными станками были деревообрабатывающие автоматы**, сконструированные в США К. Виппем и Т. Слоаном. Один из первых металлорежущих автоматов создал американец Х. Спенсер в 1873 г. на базе револьверного станка. В качестве управляющего устройства в этом автомате использованы кулачки и распределительный вал. Появившиеся в 70-80-х годах автоматы системы «Кливленд» имели устройства для накатки резьбы, для быстрого сверления отверстий, нарезания шлицев, фрезерования четырех плоскостей. Получили также распространение автоматы системы «Brawn and Sharp» и др.



Технический прогресс станкостроения привел к созданию в 90-х годах XIX в. многошпиндельных станков-автоматов; их появление было вызвано стремлением максимально увеличить число одновременно работающих инструментов и тем самым повысить производительность станка с помощью совмещения операций. В многошпиндельных автоматах могли включаться в работу десятки фасонно-отрезных, проходных и осевых инструментов. Однако в этот период станки такого типа еще не получили широкого применения.

Рост объема металлообработки заставил пересмотреть все ранее существовавшие средства резания металлов и вызвал значительное их усовершенствование. Особенно сильно на развитие технологии механической обработки подействовало изобретение в начале 900-х годов быстрорежущей стали, знаменовавшей крупный прогресс в инструментальном производстве. Эта сталь, впервые предложенная в 1898 г. американцами Тейлором и Уайтом, получила название быстрорежущей за свою способность сохранять режущие свойства при повышенных скоростях резания

## Учебное занятие 2

### Тема: «Общие сведения о металлообрабатывающем оборудовании»

Металлорежущий станок – это машина, предназначенная для размерной обработки заготовок, в соответствии с рабочим чертежом детали, путем снятия стружки.



В зависимости от целевого назначения для обработки деталей, в зависимости от выполнения тех. операций и режущего инструмента станки подразделяются на 9 групп, а каждая группа на 9 типов.

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Резервные	0	-									
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы:			Токарно-Револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцевые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	-	Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
				одношпиндельные	многошпиндельные						
Шлифовальные и доводочные	3	-	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	-	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные образивные
Электрофизические и электрохимические	4	-	-	Светолучевые	-	Электрохимические	Электроискровые	-	Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	-
Зубо- и резьбо-обрабатывающие	5	Резьбо-нарезные	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зуборезные для обработки конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбофрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбо-обрабатывающие
Фрезерные	6	-	Вертикально-фрезерные консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одностоечные	Копировальные и гравировальные	Вертикальные безконсольные	Продольные двухстоечные	Консольно-фрезерные операционные	Горизонтально-фрезерные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	-	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		-	Разные строгальные
			одно-стоечные	двух-стоечные				внутреннего	наружного		
Разрезные	8	-	Отрезные, оснащенные			Правильно-отрезные	Пилы			-	-
			токарным резцом	шлифовальным кругом	гладким или насеченным диском		ленточные	дисковые	Ножовочные		
Разные	9	-	Муфто- и трубообрабатывающие	Пило-насекальные	Правильно- и безцентрово-обдирочные	Балансировочные	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	-	-

Рисунок 1 – Типы и группы станков

Основные признаки классификации МС:

**1 По степени специализации:**

а) универсальные (для изготовления широкой номенклатуры деталей малыми партиями. Используются в единичном и серийном производстве, а также при ремонтных работах)

б) специализированные (для изготовления больших партий деталей одного типа. Используются в среднем и крупносерийном производстве)

в) специальные (для изготовления одной детали или детали одного типоразмера. Используются в крупносерийном и массовом производстве)

**2 По массе:**

а) лёгкие (<1 т)



Рисунок 2 – Легкие станки

б) средние (1-10 т)



Рисунок 3 – Средние станки

в) тяжёлые (>10 т)



Рисунок 4 – Тяжелые станки

г) уникальные (>100 т)



Рисунок 5 – Уникальные станки

**3 По степени точности:**  
(Н) — нормальной точности  
(П) — повышенной точности

- (B) — высокой точности
- (A) — особо высокой точности
- (C) — особо точные станки (мастер-станки)

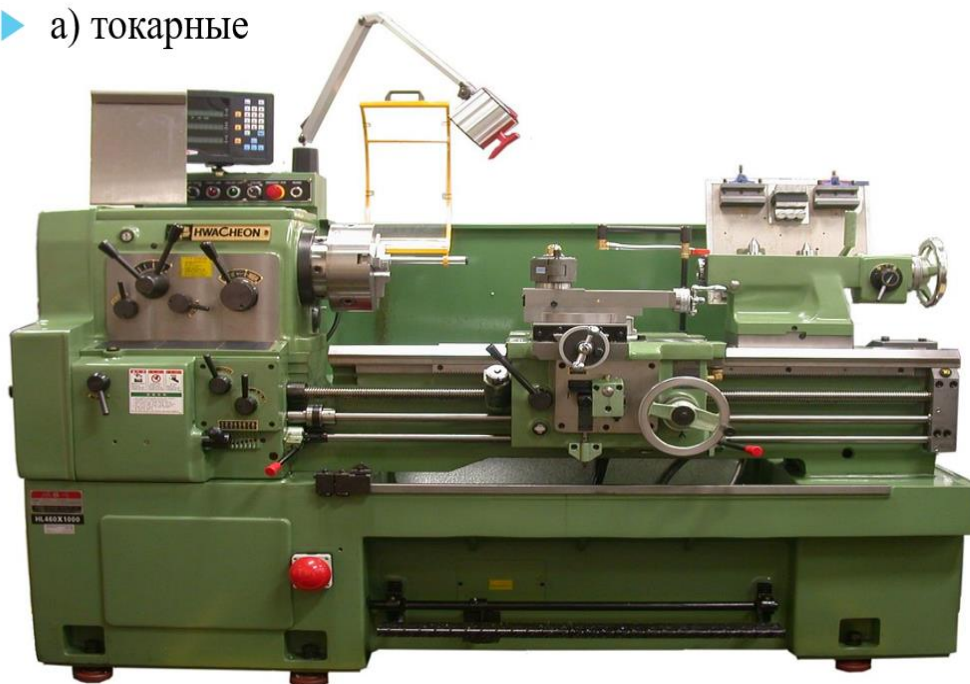
#### **4 По степени автоматизации:**

- а) ручные (загрузка и установка заготовок, пуск, переключение режима обработки, холостые движения, снятие изделия производятся вручную);
- б) полуавтоматы (установка заготовок, пуск, снятие изделия осуществляются вручную, а остальные движения цикла обработки – автоматически);
- в) автоматы (все рабочие и холостые движения производятся автоматически, контроль за циклом работы осуществляется рабочим);
- г) автоматические линии (группа автоматов, объединенная системой транспортировки заготовок от одного к другому);
- д) станки с ЧПУ (все рабочие и холостые движения обеспечиваются заранее закодированной программой, введённая в металлорежущий станок и посылающая преобразованные импульсы на исполнительные и управляющие механизмы).

## **Основные признаки классификации МС:**

### **По виду обработки и инструменту:**

- ▶ а) токарные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ б) сверлильные и расточные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ в) шлифовальные, полировальные, доводочные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ г) комбинированные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ д) зубо- и резьбообрабатывающие



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ е) фрезерные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ ж) строгальные, долбежные, протяжные





## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ з) разрезные



## Основные признаки классификации МС:

По виду обработки и инструменту:

- ▶ и) разные



Обозначение моделей станков:

Обозначение моделей состоит из 3-ех или 4-ех цифр с добавлением букв.

**Первая цифра** обозначает группу станков.

**Вторая цифра** – тип станка.

**Третья и четвертая** – основной параметр станка.

Буква, если она находится между цифрами означает МОДЕРНИЗАЦИЮ базовой модели станка.

Буква после цифр обозначает МОДИФИКАЦИЮ или КЛАСС ТОЧНОСТИ станка. Если в обозначении имеется буква **Р**, то станок оснащен револьверной головной. Если буква **М**, то оснащен инструментальным магазином. Если буква **Ш**, то станок имеет дополнительный шпиндель

Буква **Ц** – станок с цикловой программой управления. **Т** – оперативная система управления. **Ф<sub>1</sub>, Ф<sub>2</sub>, Ф<sub>3</sub>, Ф<sub>4</sub>** – станки с числовым программным управлением.

**16К20**

1 – группа (токарные станки)

6 – тип (токарные и лобовые станки)

К – модернизация

20 – основной параметр (габариты рабочего пространства 200 мм – высота центров)

**2Н135**

2 – группа (сверлильные и расточные станки)

Н – модернизация

1 – тип (вертикально-сверлильный)

35 – Ø35 мм – тах допустимый Ø

**6Р82Ш**

6 – группа (фрезерный)

Р – модернизация

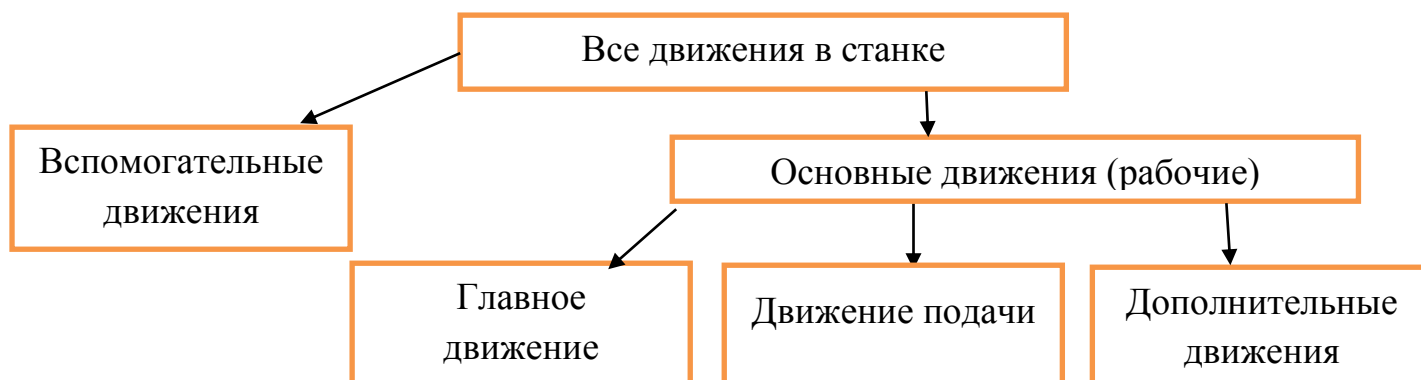
8 – тип (горизонтально-фрезерный)

2 – основной параметр (размер стола 320x1250 мм)

Ш – модификация (станок имеет дополнительный шпиндель)

## Учебное занятие 3

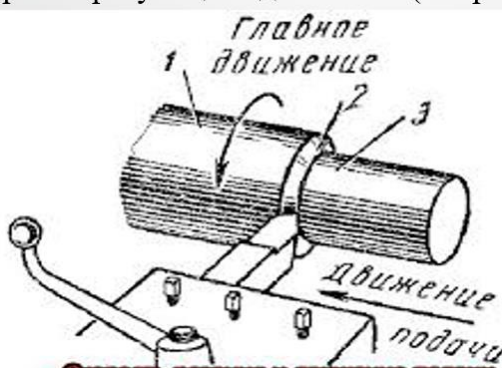
### Тема: «Металлорежущие станки, классификация и марки станков. Виды движений в станках»



Для обработки деталей рабочим органам металлорежущих станков необходимо сообщить определенный, иногда довольно сложный комплекс движений. Все движения могут быть подразделены на три вида: **основные, вспомогательные и взаимосвязанные.**

### **Движения в станке**

- К основным отнесены те движения, которые осуществляют процесс непрерывного снятия стружки с обрабатываемой детали. Основные движения делятся на движения резания и движения подачи.
- **Главное движение резания ( $D_r$ )** — прямолинейное поступательное или вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания. Главное движение может входить в состав сложного формообразующего движения (например, при точении резьбы).



**Скорость главного движения ( $v$ )** — скорость перемещения рассматриваемой точки режущей кромки инструмента или заготовки, участвующих в главном движении. У станков токарной группы главным движением является вращение заготовки; у фрезерных, шлифовальных и сверлильных — вращение инструмента; у долбежных, протяжных, части зубообрабатывающих и некоторых других — возвратно-поступательное движение инструмента; у продольно-строгальных станков — *возвратно-поступательное движение заготовки и т. д.*

В некоторых станках главное движение получается в результате одновременного вращения заготовки и инструмента (например, при сверлении отверстий малого диаметра на токарных многошпиндельных автоматах).

**Скорость движения подачи ( $V_s$ )** — это скорость рассматриваемой точки режущей кромки в движении подачи. *Подача ( $S$ )* — отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов или определенных долей цикла другого движения во время резания или к числу определенных долей цикла этого другого движения. *Под циклом движения понимают полный оборот, ход или двойной ход режущего инструмента или заготовки.* Долей цикла является часть оборота, соответствующая угловому шагу зубьев режущего инструмента. Под ходом понимают движение в одну сторону при возвратно-поступательном движении. У токарных, фрезерных, сверлильных и других станков движение подачи является непрерывным. Прерывистым оно бывает, например, у продольнострогальных станков. **Примером сложного движения подачи может служить движение подачи в зубофрезерном станке при нарезании косозубого цилиндрического колеса.** У круглошлифовальных станков несколько движений подачи: вращательное движение заготовки, продольное осевое перемещение заготовки или шлифовального круга и, наконец, поперечное движение шлифовального круга. В протяжных станках движение подачи отсутствует.

#### *Движение резания*

Движение резания непосредственно обеспечивает процесс снятия слоя металла в виде стружки. Это движение в большинстве случаев сообщается инструменту, в некоторых случаях обрабатываемой детали, а иногда детали и инструменту одновременно. Движение резания всегда осуществляется от механического привода.

#### *Движение подачи*

Движение подачи обеспечивает непрерывность процесса снятия стружки. Движение подачи также может сообщаться инструменту, детали или тому и другому одновременно. У современных станков в подавляющем большинстве случаев движения подач также осуществляются принудительно от механического или гидравлического привода. Ручные перемещения рабочих органов иногда используются при обработке деталей как движение подачи, однако, поскольку эти движения в основном предназначены для установочных перемещений режущего инструмента или детали, они условно отнесены к группе вспомогательных движений.

**Движение подачи ( $D_s$ )** — прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого меньше скорости главного движения, предназначенное для того, чтобы распространить отделение слоя материала на всю обрабатываемую поверхность. *Движение подачи может быть непрерывным или прерывистым.* Прерывистое движение подачи может входить в состав сложного формообразующего движения, например, при шлифовании резьбы. В зависимости от направления различают движения подачи: продольное, поперечное и др.

## 2 Вспомогательные движения

Эта группа движений весьма обширна. В нее входят все виды движений, которые непосредственно не участвуют в процессе резания, но необходимы для подготовки станка к работе, управления рабочими органами станка, автоматизации обработки деталей и т. п.

К вспомогательным относят движения:

- а) для наладки станка на заданные режимы резания;
- б) для наладки станка в соответствии с размерами и конфигурацией заготовки;
- в) управления станком в процессе работы;
- г) соответствующих рабочих органов для подачи и зажима прутка или штучных заготовок.

Движения для настройки станка на заданные режимы резания в большинстве случаев осуществляются от руки, однако у ряда современных станков, как, например, у токарно-винторезного станка модели 1К620, для изменения скорости вращения шпинделя имеется механизированный привод.

Движения для наладки станка в соответствии с размерами и конфигурацией обрабатываемой детали включают установочные и быстрые перемещения, а также повороты рабочих органов станков.

Движения управления станком в процессе работы необходимы для включения, выключения и реверсирования приводов движения и подачи, для управления приводами взаимосвязанных движений и для управления вспомогательными приводами станка.

В ряде станков имеются встроенные приводы, обеспечивающие движения соответствующих рабочих органов для подачи и зажима со пруткового материала или штучных заготовок.

### Кинематическая схема (КС) станков

#### Кинематическая схема (КС) станков

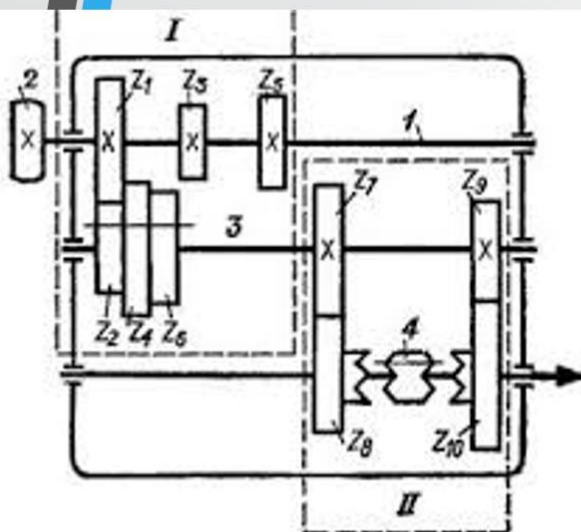
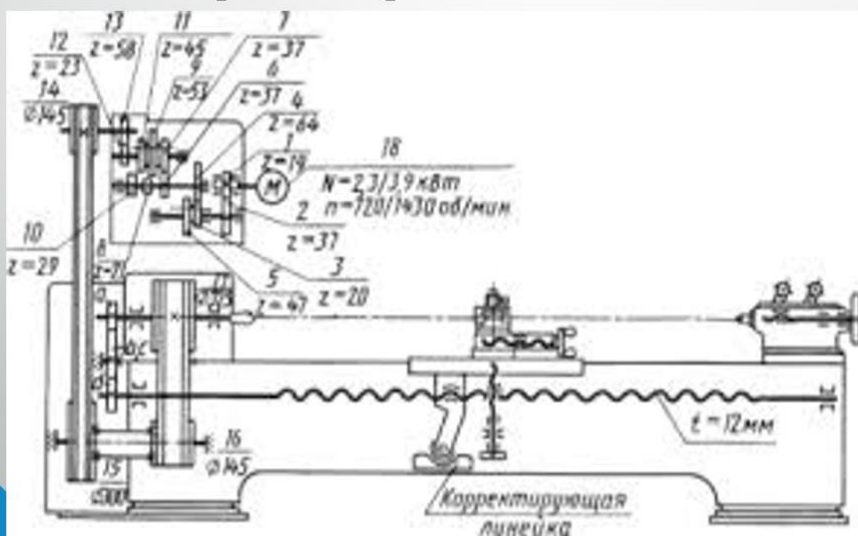


Рис. 70. Кинематическая схема коробки скоростей токарного станка со шкивом плоскоремённой передачи.

- Каждое исполнительное движение станка осуществляется кинематической группой, состоящей из источника движения, исполнительного органа, кинематических связей и органов настройки.

- В качестве источника движения используется электродвигатель переменного или постоянного тока.
- Под исполнительными органами понимают подвижные, конечные звенья кинематической группы. Они выполняют исполнительные движения. Исполнительные органы осуществляют движения заготовки или инструмента в процессе резания. Эти движения называются рабочими.



К рабочим органам относятся:

- - шпиндель
- - столы
- - суппорт
- - пиноль



В большинстве случаев исполнительные органы совершают вращательное или поступательное движение.

Кинематические связи бывают:

- внутренние
- внешние

Под внутренней КС понимают совокупность кинематических звеньев и их соединение, обеспечивает определенную траекторию движения.

Под внешней КС понимают совокупность кинематических звеньев, обеспечивает скорость движения, направление и путь.

## Кинематическая цепь

- Любое движение в станке обеспечивается в кинематической цепи.
- Кинематическая цепь – условное изображение кинематических элементов станка в плоскости. Совокупность кинематических цепей составляет кинематическую схему станка.

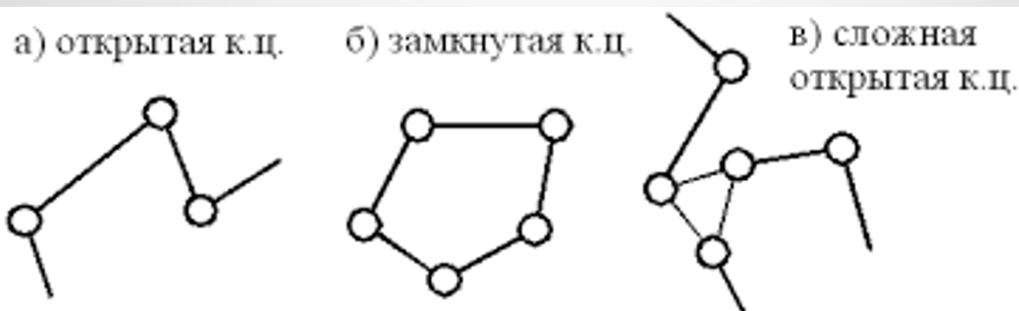
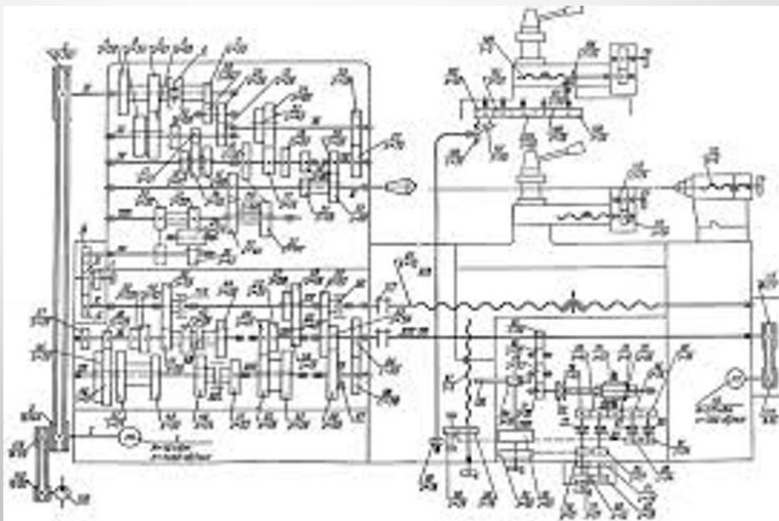


Рис.6

## Кинематическая схема станков

- Кинематическая схема станков – изображение, с помощью условных обозначений взаимосвязи отдельных элементов и механизмов станков участвующих в передаче движений различным органам.



По расчетным перемещениям составляется уравнение кинематического баланса:

$$n_n \times i_{\text{пост}} \times i_x = n_k \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

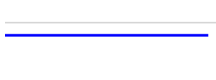
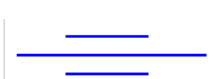
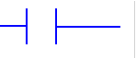
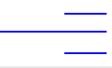




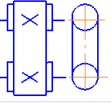
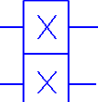
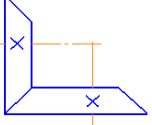
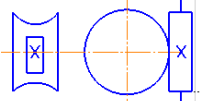
где  $n_n$  – частота вращения начального звена

$i_{\text{пост}}$  – постоянное передаточное отношение

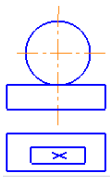
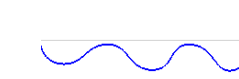

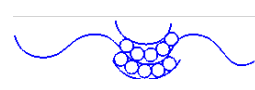
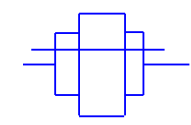
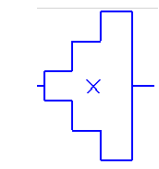
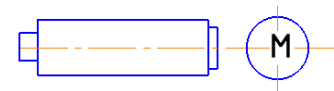
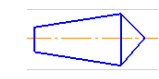
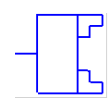
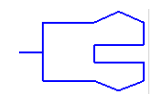
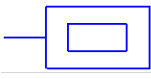
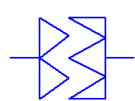
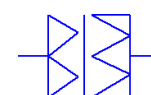
$i_x$  – искомое передаточное отношение органа наладки

$n_k$  – частота вращения конечного звена органа наладки

### Элементы кинематических схем станков

- 1  Вал
- 2  Общее обозначение подшипника
- 3  Муфта
- 4  Радиальный подшипник
- 5  Радиальный подшипник скольжения
- 6  Радиальный подшипник качения
- 7  Зубчатое колесо, жестко закрепленное на валу
- 8  Свободно посаженное зубчатое колесо
- 9  Ременная передача
- 10  Цилиндрическая зубчатая передача
- 11  Коническая зубчатая передача
- 12  Червячная передача



- 13  Реечная передача
- 14  Ходовой винт для передачи движения
- 15  Винтовая передача скольжения
- 16  Винтовая передача качения
- 17  Подвижный блок зубчатых колес
- 18  Ступенчатый шкив
- 19  Электродвигатель
- 20  Центра (конец шпинделя для центровых работ)
- 21  Патрон (конец шпинделя для патронных работ)
- 22  Цанговый патрон (конец шпинделя для цанговых работ)
- 23  Конец шпинделя для сверлильных работ
- 24  Кулачковая односторонняя муфта
- 25  Кулачковая двухсторонняя муфта

26  Зубчатая муфта

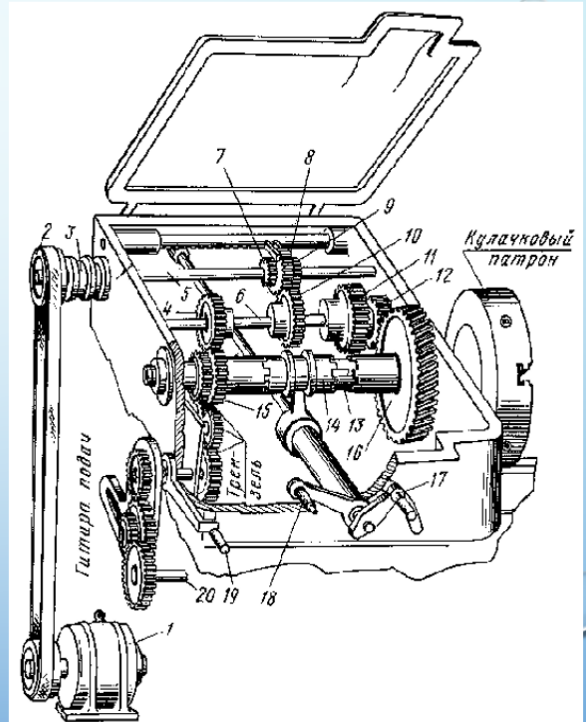
27  Конусная муфта

## Учебное занятие 4

### Тема: «Приводы станков»

#### Приводы станков

- Привод – это устройство, служащее для приведения в действие исполнительных органов станка. В привод входит также источник движения.



#### Приводы станков

Приводы станков подразделяют на ступенчатые и бесступенчатые.

К ступенчатым относят приводы:

- со ступенчатыми шкивами;
- с шестеренными коробками скоростей;
- приводы в виде многоскоростных асинхронных электродвигателей.



## Приводы станков

- К бесступенчатым приводам можно отнести приводы:
- с механическими вариаторами;
- электродвигатели постоянного тока с регулируемой частотой вращения;
- гидравлические приводы;
- комбинированные.



## Приводы станков

- Современные металлорежущие станки имеют индивидуальные или многодвигательные приводы. *Источником энергии в станках обычно является электродвигатель.* Электродвигатель может быть расположен рядом со станком (рис. 6, а), внутри него (рис. 6, б), на станке (рис. 6, в), встроен в переднюю бабку (рис. 6, г и д) и т. д.

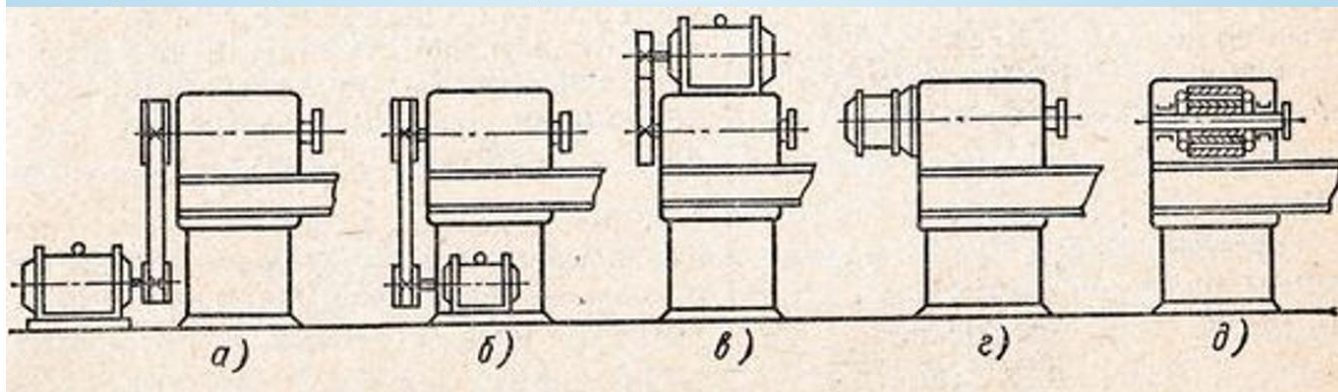


Рисунок 6 – Установка электродвигателей на станках

Привод с шестеренной коробкой скоростей является наиболее распространенным типом привода главного движения в металлорежущих станках. Его достоинством являются компактность, удобство в управлении и надежность в работе. Но приводы с шестеренными коробками скоростей не имеют

бесступенчатого регулирования скорости, у них сравнительно низкий КПД на высоких частотах вращения при широком диапазоне регулирования.

Коробки скоростей различают по способу переключения скоростей и по компоновке.

*По способу переключения скоростей* коробки бывают:

- с передвижными (скользящими) колесами
- с кулачковыми, фрикционными и электромагнитными муфтами
- с комбинированным переключением
- со сменными колесами

### **ПРЕИМУЩЕСТВА ЭТИХ КОРОБОК СКОРОСТЕЙ**

Передачи с передвижными блоками колес могут передавать большие крутящие моменты при сравнительно небольших размерах зубчатых колес. Кроме того, в таких коробках в зацеплении находятся только те зубчатые колеса, которые передают вращение шпинделю. Значит, остальные колеса в это время не изнашиваются.



### **НЕДОСТАТКИ ЭТИХ КОРОБОК СКОРОСТЕЙ**

- Невозможность переключения передач на ходу;
- Необходимость блокировки, предотвращающей одновременное включение в работу блоков зубчатых колес, совместная работа которых не предусмотрена;
- Относительно большие размеры по длине.



**В зависимости от компоновки** различают коробки скоростей, встроенные в шпиндельную бабку, и коробки скоростей с разделенным приводом

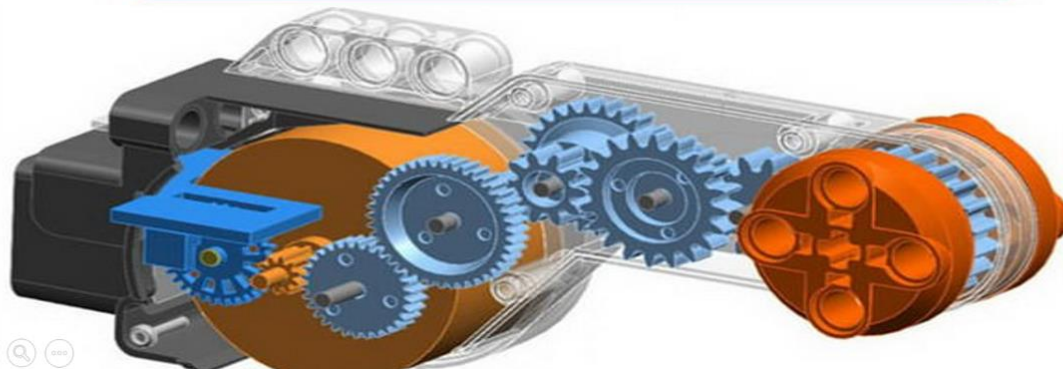
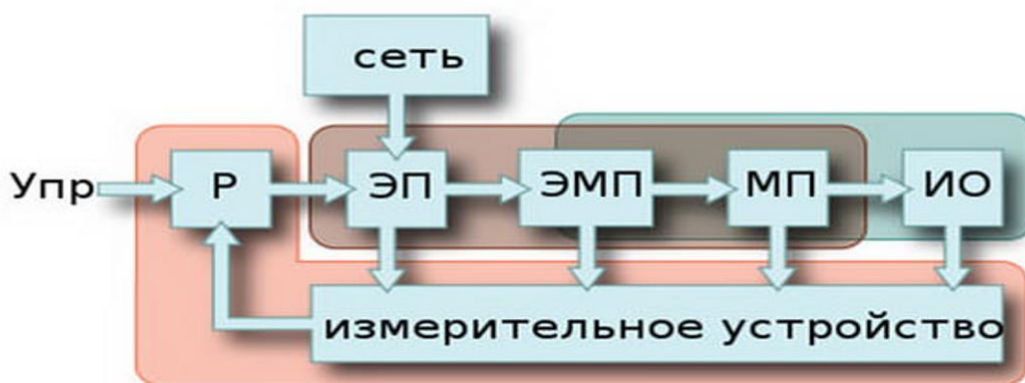
Виды приводов:

- Электрический привод
- Гидравлический привод
- Пневматический привод
- Мускульный привод

Рассмотрим только 2 вида приводов — это электрический и мускульный.

## Электрический привод

- **Электрический привод** — это электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно.

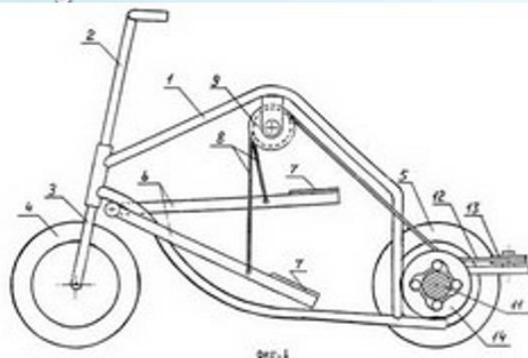


## Электрический привод

- **Регулятор (Р)** предназначен для управления процессами, протекающими в электроприводе.
- **Электрический преобразователь (ЭП)** предназначен для преобразования электрической энергии сети в регулируемое напряжение постоянного или переменного тока.
- **Электромеханический преобразователь (ЭМП)** — двигатель, предназначен для преобразования электрической энергии в механическую.
- **Механический преобразователь (МП)** может изменять скорость вращения двигателя.
  - **Упр** — управляющее воздействие.
  - **Ио** — исполнительный орган.



# Мускульный привод — совокупность устройств, производящий движение посредством энергии мускул.



Patent #4891024





## Станины станков

- **Станины станков** - наиболее важная и массивная часть любого станка, на которой располагаются все подвижные и неподвижные узлы и механизмы станка.

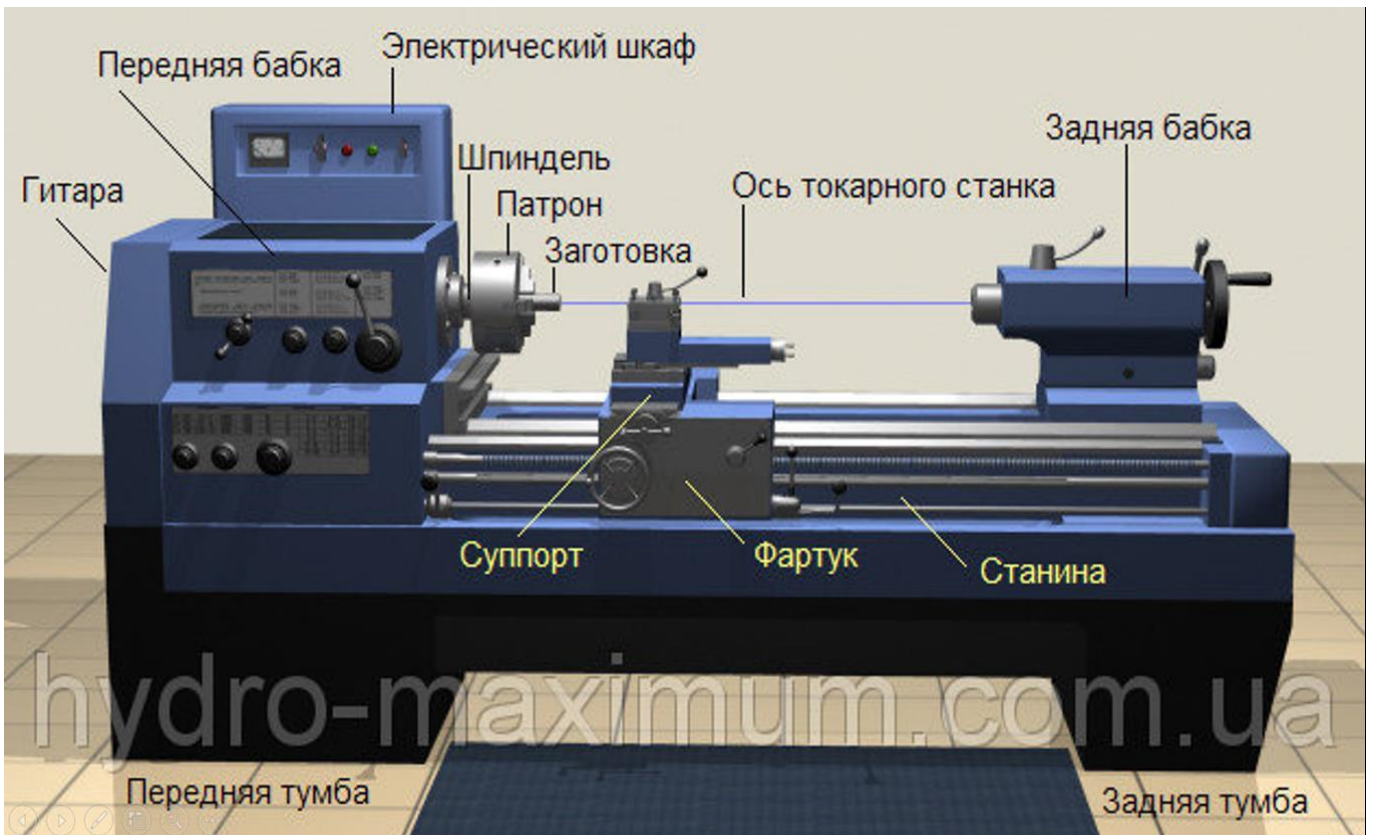


Рисунок 7 – Общий вид токарного станка с указанием основных узлов

Станина должна обеспечивать правильное и стабильное положение узлов станка при восприятии станком всех эксплуатационных нагрузок.

# Станины станков

- В зависимости от расположения оси станка станины бывают горизонтальные (например, токарно-винторезные станки) и вертикальные (стойки) (сверлильные, фрезерные станки).



В современных станках станины отличаются сложностью и имеют разнообразные конструкторские формы. В любом случае это сложные корпусные детали, которые должны обладать высокой жесткостью, виброустойчивостью, теплостойкостью и пр.

## Примеры сечений наиболее распространенных станков 1 Вертикальные станины

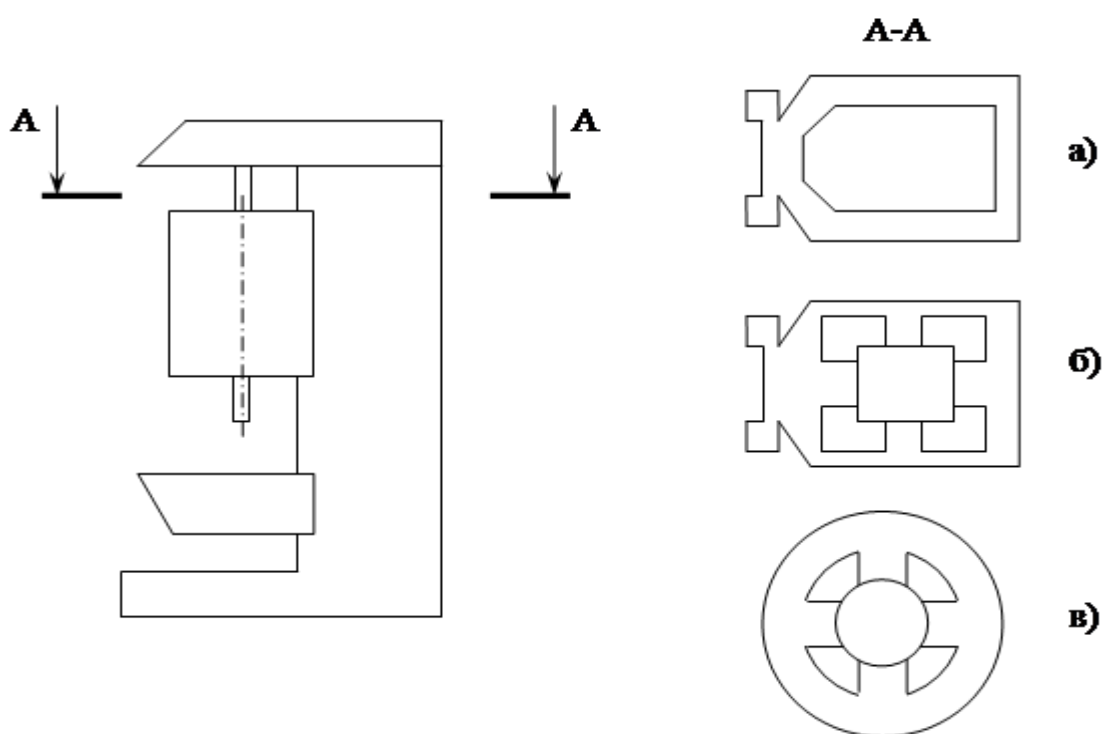


Рисунок 8 – Примеры сечения вертикальных станин

Сечения вертикальных станин имеют, как правило, замкнутый профиль. Сечение «а» самое простое и характерно для станков нормального класса точности без предъявления к ним особых требований (например, 2A135). Сечение «б» характерно для станин с повышенной жесткостью (наличие ребер жесткости); сечение «в» применяется в том случае, когда необходимо обеспечить поворот узлов станка вокруг станины (например, радиально-сверлильные станки).

## 2 Горизонтальные станины

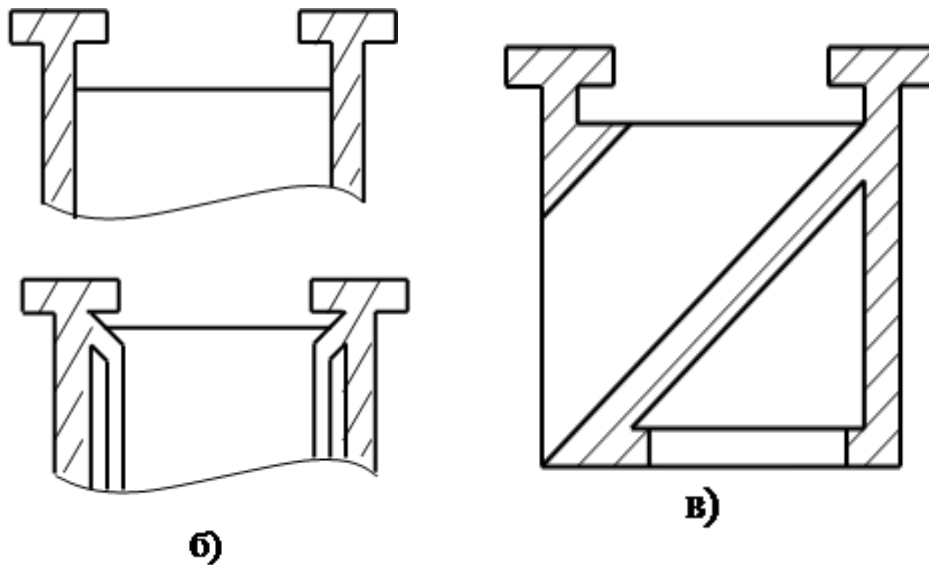


Рисунок 9 – Примеры сечения горизонтальных станин

Горизонтальные станины имеют открытое или полуоткрытое сечение для отвода большого количества стружки, образующейся при обработке. Сечение «б» имеет двойные стенки для повышения жесткости станины, в сечении «в» в задней стенке изготовлено окно для удобства отвода стружки.

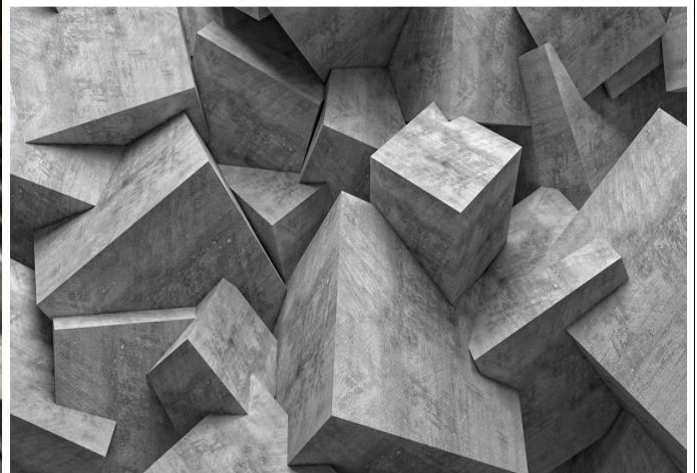
# Материалы станин

1. Основным материалом для станин, позволяющим обеспечить необходимые характеристики изделия, является **серый чугун**. Серый чугун обеспечивает необходимые жесткость, вибро- и теплостойкость станин, и обладает хорошими литейными качествами. Наиболее часто применяются марки СЧ 15-32 и СЧ 20-40. Первая цифра в маркировке означает предел прочности материала на растяжение, вторая – предел прочности на изгиб в кгс/мм<sup>3</sup>.



# Материалы станин

2. Углеродистая сталь обычного качества – Ст. 3, Ст. 4. Станины из углеродистых сталей изготавливаются сваркой и имеют меньшую массу по сравнению с чугунной при той же жесткости.
3. Бетон – выбирают из-за его высоких демпфирующих свойств (способность гасить колебания) и более высокой (по сравнению с чугуном) тепловой инерцией, что снижает чувствительность станины к колебаниям температуры.



# Направляющие станков

- **Направляющие станков** – наиболее ответственная часть станины, служащая для перемещения сборочных единиц станка и находящихся на них заготовок и инструментов.



# Направляющие станков

Требования к направляющим:

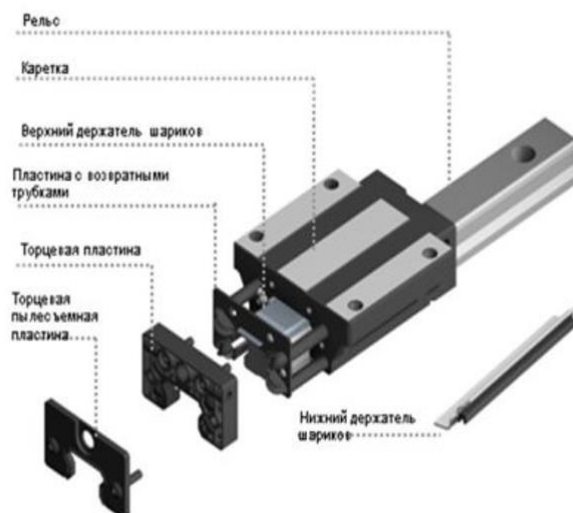
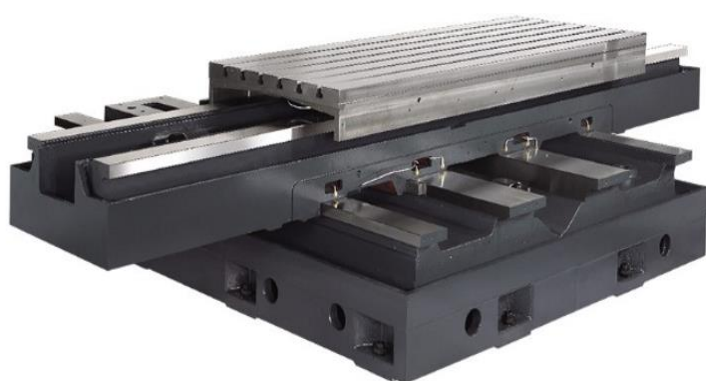
- Первоначальная точность изготовления
- Небольшая шероховатость
- Однородность поверхностного слоя направляющих
- Долговечность
- Жесткость
- Способность гасить вибрации



# Направляющие станков

Применяются 3 вида направляющих

- - скольжения;
- - качения;
- - комбинированные.



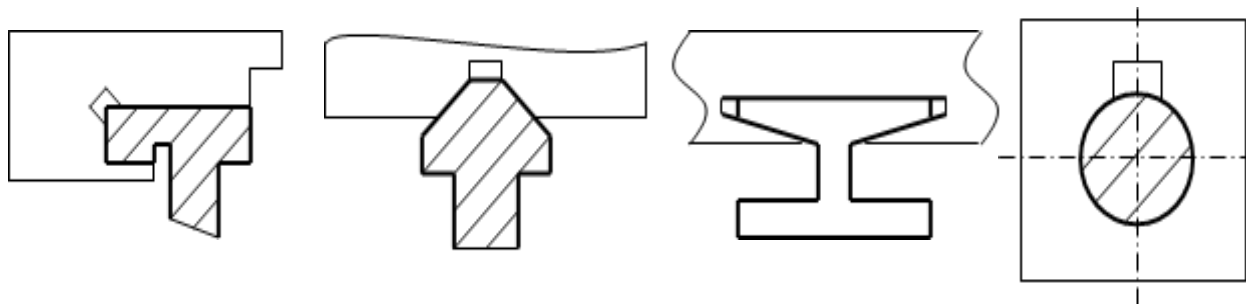
# Направляющие станков

- Направляющие скольжения бывают:
- - с полужидкостной
- - с жидкостной
- - с газовыми смазками.



## Основные типы профиля направляющих скольжения:

### 1 Выпуклые



### 2 Вогнутые

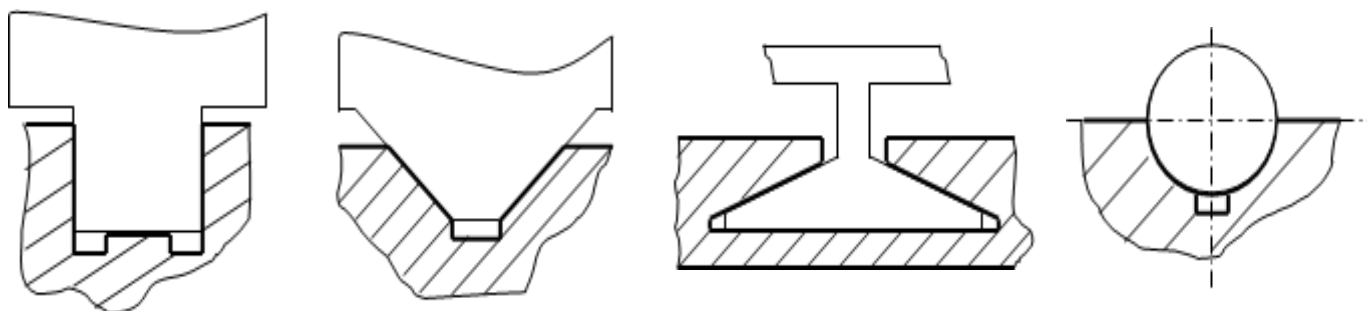


Рисунок 10 – Основные типы профиля направляющих скольжения

а) цилиндрические направляющие.

б) трапецевидальные направляющие (ласточкин хвост);

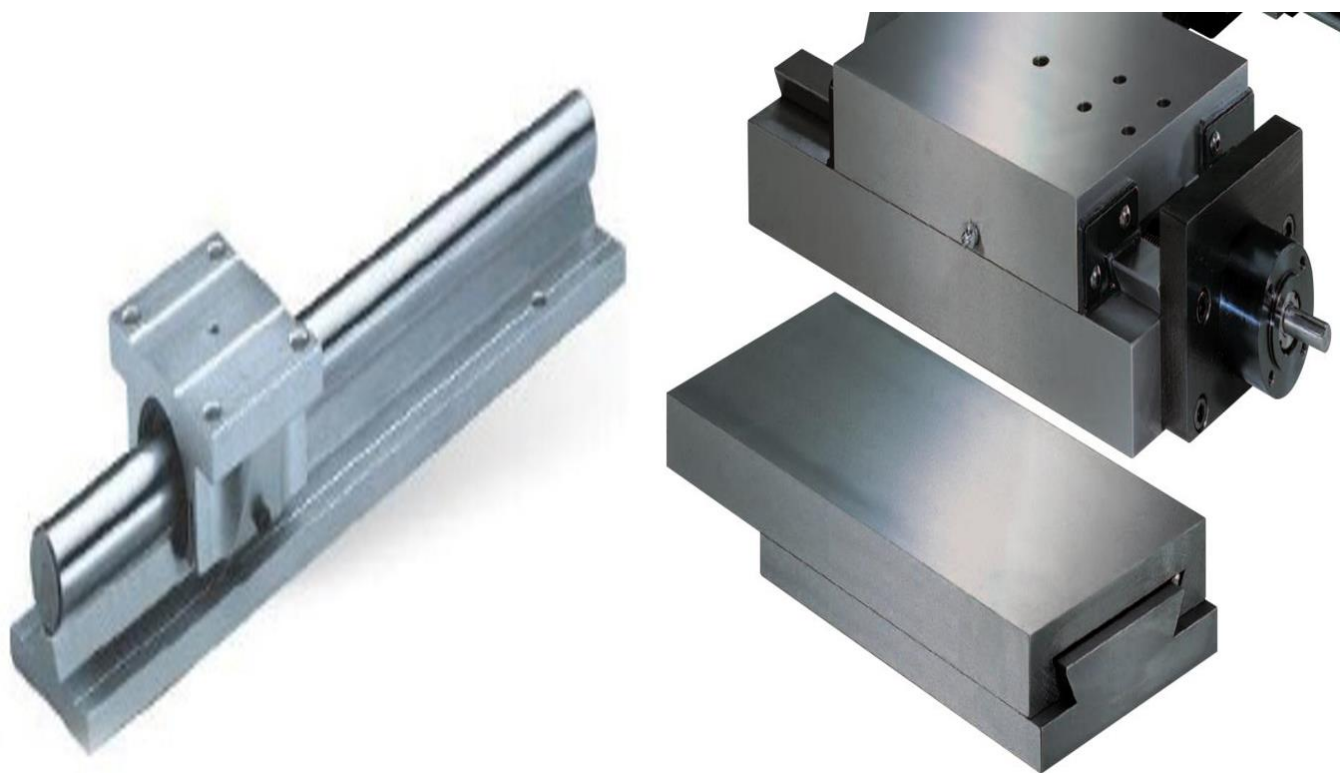


Рисунок 11 – Цилиндрические и трапецевидальные направляющие (ласточкин хвост)

в) прямоугольные направляющие;

г) треугольные направляющие.

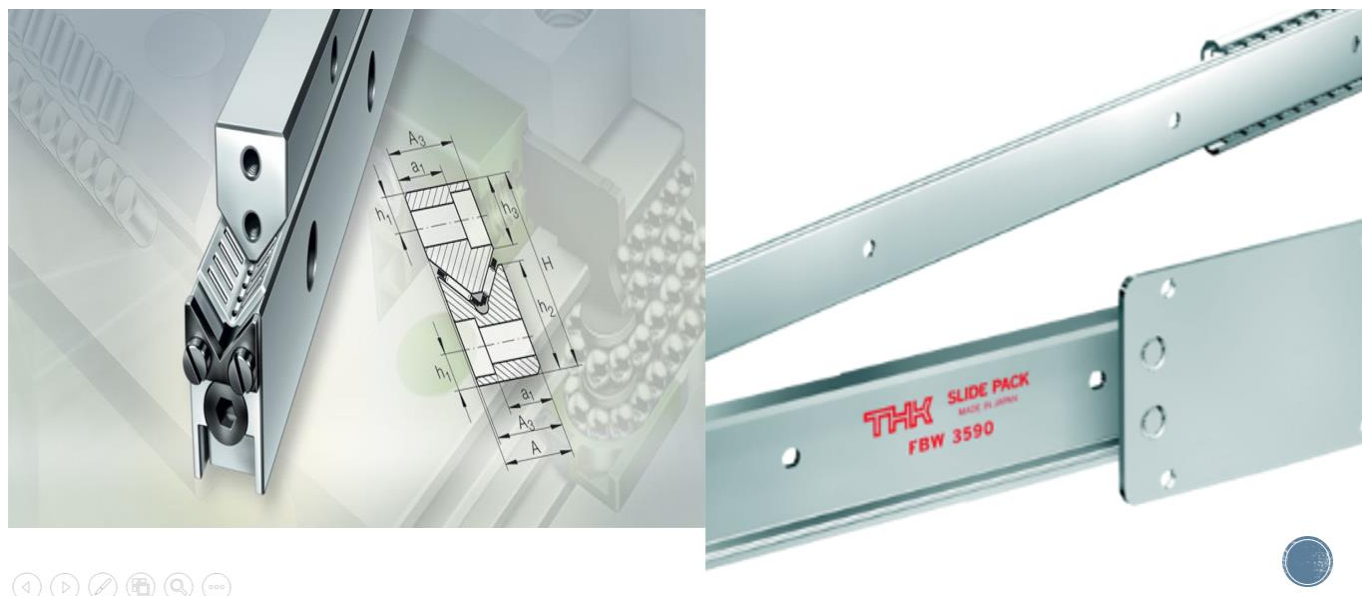


Рисунок 12 – Прямоугольные и треугольные направляющие

Целесообразность исполнения тех или иных направляющих определяется сложностью их изготовления (технологичностью) и эксплуатационными свойствами, которые во многом зависят от способности направляющих удерживать смазку.

На **выпуклых направляющих** плохо удерживается смазка, поэтому они чаще всего применяются при медленных перемещениях по ним узлов станка; однако, эти направляющие проще в изготовлении и с них проще удалять стружку.

На **вогнутых направляющих** смазка удерживается лучше, что позволяет их использовать в узлах станков с высокими скоростями перемещения; но эти направляющие необходимо надежно защищать от попадания в них стружки.



## Материалы направляющих.

1. Направляющие из **серого чугуна** – выполняются за одно целое со станиной; наиболее просты в изготовлении, но подвергаются интенсивному износу и не обладают достаточной долговечностью. Их износостойкость повышается закалкой с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ); кроме того, могут применяться специальные легирующие присадки и покрытия.



## Материалы направляющих.

2. **Стальные направляющие** – выполняются в виде планок, которые привариваются к стальным станинам, крепятся винтами к чугунным станинам или, в редких случаях, приклеиваются. Применяются низкоуглеродистые стали марок сталь 20, сталь 20Х, 18ХГТ с последующей цементацией и закалкой до твердости 60...65 HRC; азотируемые стали марок 38Х2МЮА, 40ХФ с глубиной азотирования 0.5мм и закалкой. Реже применяются легированные высокоуглеродистые стали.



# Материалы направляющих.

- 3. Направляющие из цветных сплавов – применяются оловянистые и безоловянистые бронзы. Используются преимущественно в тяжелых станках в виде накладных направляющих или отливая направляющие непосредственно на станину.
- 4. Пластмассовые направляющие – используют в основном из-за высоких характеристик трения и антизадирных свойств, обеспечивающих равномерность перемещения подвижных узлов; но эти направляющие обладают недостаточной жесткостью и износостойкостью.



# Направляющие качения

- На современных станках наиболее используются **направляющие качения**. Они обладают наименьшим коэффициентом трения.



# Направляющие качения



Тема: «Механизмы периодического движения. Механизмы прямолинейного движения»

**Механизмы периодического движения**

Предназначены для периодического перемещения узлов станка на определенную фиксированную величину. К механизмам, осуществляющим прерывистое движение, относятся храповые и мальтийские механизмы.

**Храповые механизмы**

Храповые механизмы преобразуют колебательное движение в прерывистое вращательное (реже – поступательное). Применяются в тех случаях, когда периодическое движение необходимо выполнять через короткие промежутки времени. Они могут быть с наружным, внутренним и торцовым зацеплением. Угол поворота храпового колеса регулируют обычно изменением положения кривошипного пальца путем его радиального перемещения в пазу ведущего диска. Храповые механизмы могут использоваться в качестве стопорных устройств, разрешающих движение ведомых звеньев в одном направлении и препятствующих их движению в противоположном.

Храповые колеса и собачки выполняются из сталей 35, 50, 25ХГСА с закалкой и 15Х, 20Х, 12ХНЗ с цементацией и закалкой до твердости HRC 45-52.

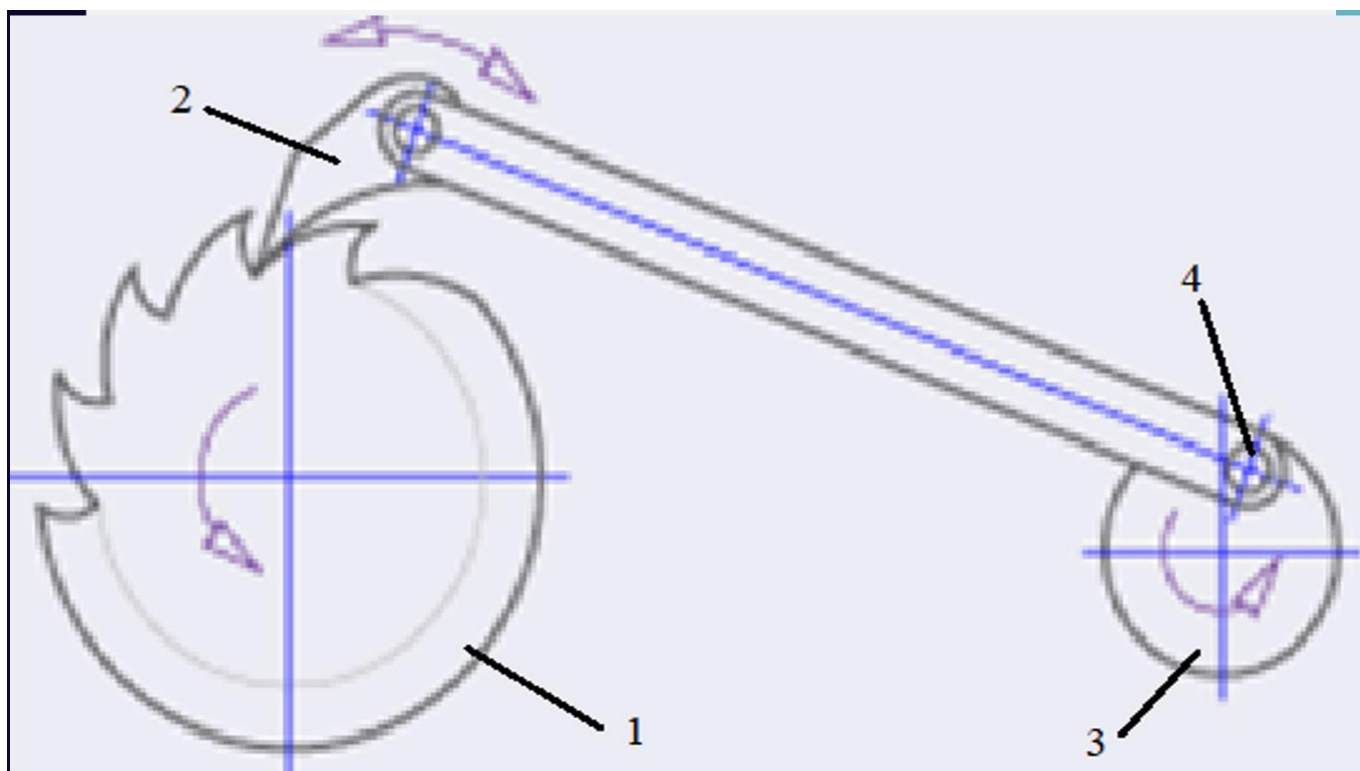


Рисунок 14 – Храповый механизм

Храповый механизм состоит из храпового колеса 1 и собачки 2. Собачка получает колебательное движение через шатун от ведущего диска с кривошипным пальцем. При движении справа налево собачка захватывает зубья храпового колеса и поворачивает его на некоторый угол, а при обратном ходе собачка проскальзывает по зубьям храпового колеса, не сообщая ему вращения.

Угол качания собачки зависит от положения пальца 4 в пазу кривошипного колеса 3, т.е. от радиуса R.

### Мальтийский механизм

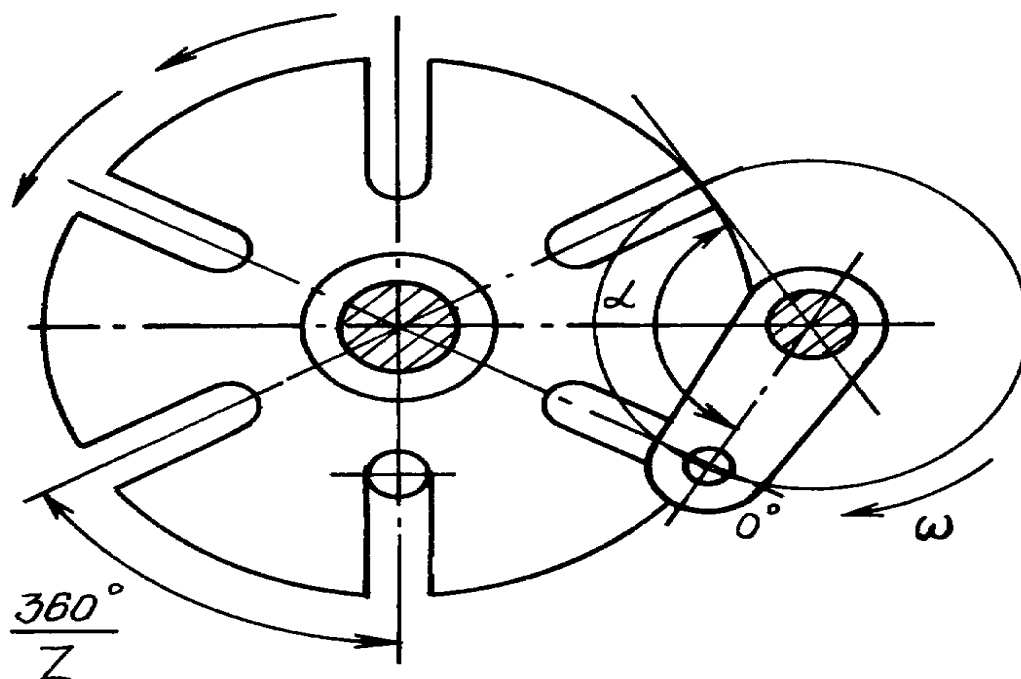


Рисунок 15 – Мальтийский механизм

Мальтийские механизмы наружного или (реже) внутреннего зацепления преобразуют независимое вращение в периодические повороты ведомого звена на заданный угол с остановками определенной продолжительности. Кривошипный палец может быть один или более. В последнем случае пальцы могут находиться на разных расстояниях от оси ведущего диска и располагаться на нем через неодинаковые углы, а пазы на ведомом кресте - несимметрично друг другу. В этом случае ведомое звено будет иметь разные периоды остановки и движения. Для уменьшения шума, сил трения и износа рабочие поверхности пазов и пальцев механизма обильно смазывают или помещают механизм в закрытый корпус с масляной ванной.

Мальтийские механизмы состоят из мальтийского креста 1 и кривошипа 2. Кривошип 2 получает вращательное движение с определенной скоростью. Палец 3 входит в паз мальтийского креста и поворачивает его на определенный угол, после чего выходит из паза.

Мальтийский крест останавливается и находится в неподвижном состоянии до входа пальца 3 мальтийского креста.

Мальтийский механизм обеспечивает плавное изменение в скорости от 0 (при входе пальца в паз) до максимального и опять до 0 при выходе.

Угол поворота механизма зависит от количества пазов на мальтийском кресте.

$$\alpha = 360^\circ / z,$$

где  $z$  – число пазов (обычно 4, 6, 8)

Применяется в станках для поворота револьверных головок, многопозиционных столов, шпиндельных барабанов и многошпиндельных барабанов.

### Механизмы прямолинейного движения

Механизмы предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное.

В металлорежущих станках для осуществления прямолинейных движений преимущественно используют следующие механизмы:

- винт-гайка;
- реечная передача;
- червячно-реечная передача;
- кривошипно-шатунный механизм;
- кулисный механизм;
- кулачковый механизм.

Наиболее распространены механизмы *ходовой винт-гайка*.

Бывает в виде пар скольжения и качения. Применяют его для осуществления прямолинейного движения. Винтовые пары скольжения из-за больших потерь при скольжении в резьбе и связанного с ним изнашивания заменяют винтовыми парами качения. Они имеют малые потери на трение, высокий КПД, кроме того, в них могут быть полностью устранены зазоры в резьбе в результате создания предварительного натяга.

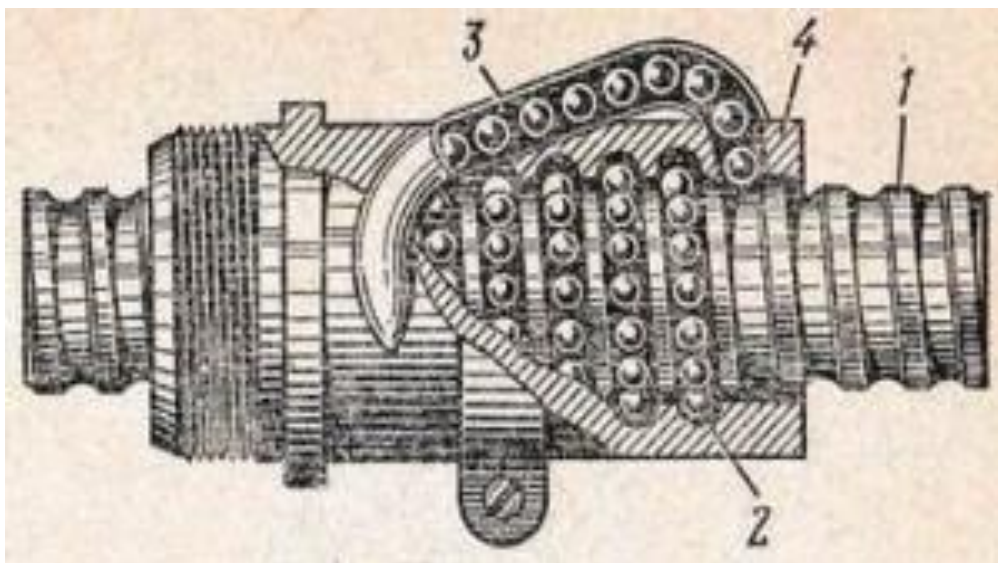


Рисунок 16 – Ходовой винт-гайка

В точных станках используется передача винт-гайка качения.

На рисунке показана шариковая пара, у которой в резьбу между винтом 1 и гайкой 4 помещены шарики 2. Шарики катятся по канавкам ходового винта и гайки. При вращении винта шарики, перекатываясь по канавке, попадают в отверстие гайки и, проходя по желобу 3, через второе отверстие снова возвращаются в винтовую канавку. Таким образом шарики постоянно циркулируют в процессе работы передачи. Как правило, в шариковых парах применяют устройства для выборки зазоров и создания предварительного натяга. Винты изготавливают из стали 45 и 50, ХВГ, ХГ, У10, У12. Для уменьшения трения используют различные смазки.



Рисунок 17 – Ходовой винт-гайка

**Реечная зубчатая передача** получила свое название по одной из деталей – рейке. Это единственное зацепление шестерни, которое меняет не скорость и направление крутящего момента, а тип движения. Вращение привода изменяется на движение в заданной плоскости.



Рисунок 18 – Реечная зубчатая передача

Соединение зубчатой рейки и шестерни бывает разных видов:

- прямозубое;
- косозубое;
- многорядное.

Реечная передача служит для преобразования вращательного движения шестерни в поступательное – рейки и, наоборот, поступательного движения рейки во вращательное – шестерни. Она проста по конструкции и в изготовлении, компактна и отличается высокой надежностью. Недостатком реечной передачи является отсутствие выигрыша в силе, так как ее передаточное число равно единице.

Реечная передача состоит из шестерни 1 и зубчатой рейки 2 и может рассматриваться как частный случай цилиндрической зубчатой передачи, у которой колесо обращено в рейку. В качестве материалов для реечных пар, как и для зубчатых передач, применяются углеродистые конструкционные и легированные стали с объемной или поверхностной термообработкой.

КПД реечной передачи достаточно высок и в зависимости от точности изготовления находится в пределах от 0,94 до 0,98.

**Червячная передача** состоит из цилиндрического винта (червяка) и сопряженного с ним зубчатого (червячного) колеса. Ось червяка перпендикулярна оси колеса.

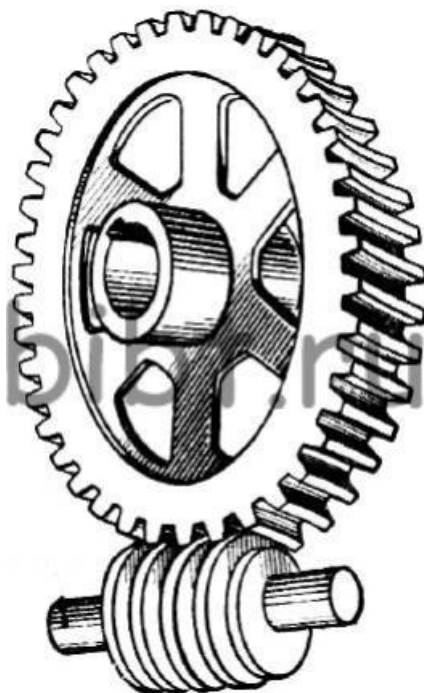


Рисунок 19 – Червячная передача

Недостатком червячной передачи является его малый коэффициент полезного действия, преимуществом — компактность, бесшумность, плавность хода и возможность получения малых передаточных отношений (например, 1:400; 1:500). Применяются в тяжелых станках.

**Кривошипно-шатунный механизм** применяется для обеспечения возвратно-поступательного движения рабочего органа станка.



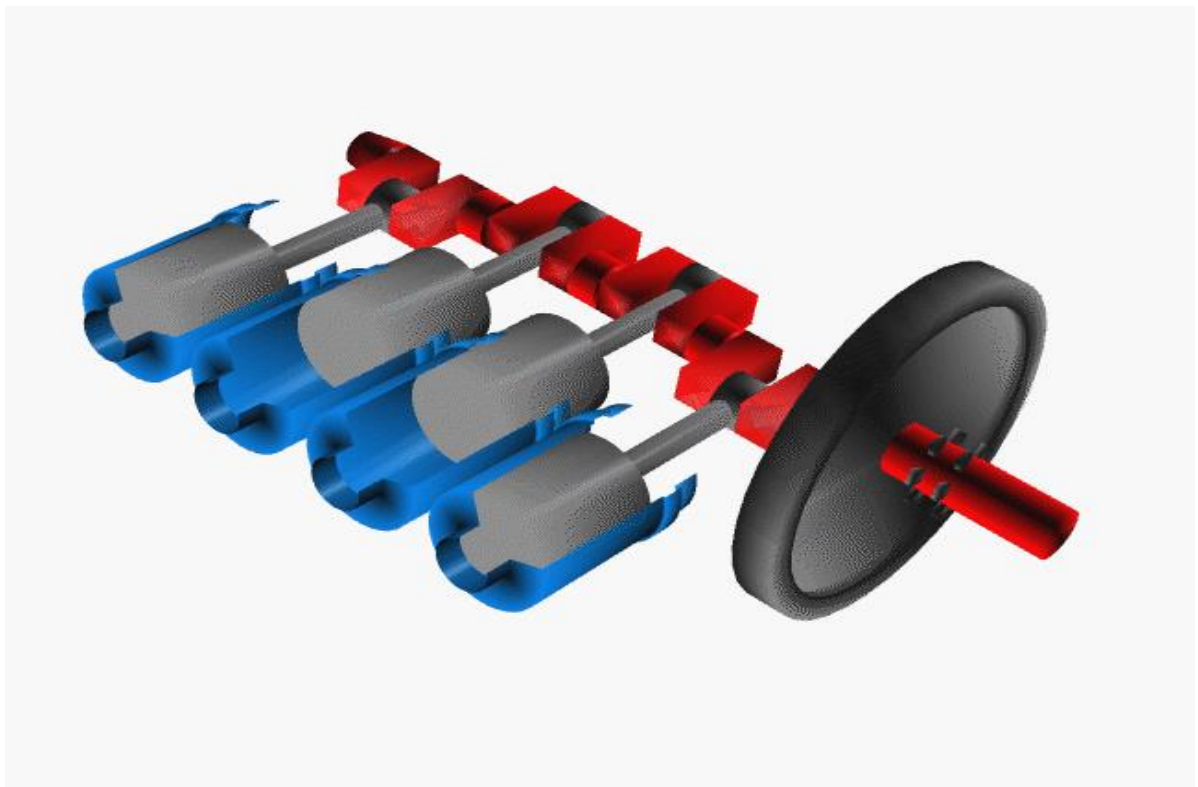


Рисунок 20 – Кривошипно-шатунный механизм

Кривошипно-шатунный колесо 1 получает вращение с определенной скоростью. В пазу располагается палец 2, он связан с шатуном 3, а шатун связан с коромыслом 4, таким образом, коромысло получает начальное движение относительно оси 7. Коромысло имеет зубчатый сектор, который входит в зацепление с рейкой рабочего органа 5. Рабочий орган 5 получает возвратно-поступательное движение, таким образом обеспечивается главное движение долбяка 6.

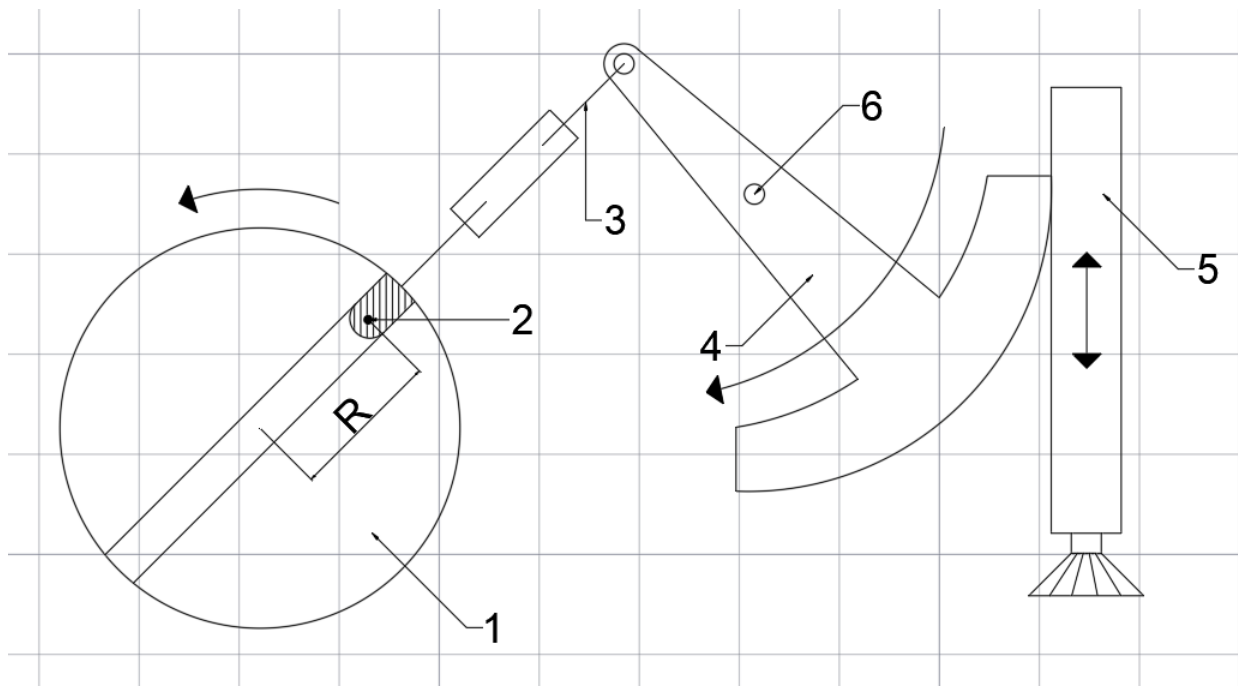


Рисунок 21 – Кривошипно-шатунный механизм

**Кулисные механизмы** предназначены для возвратно-поступательного движения рабочего органа.

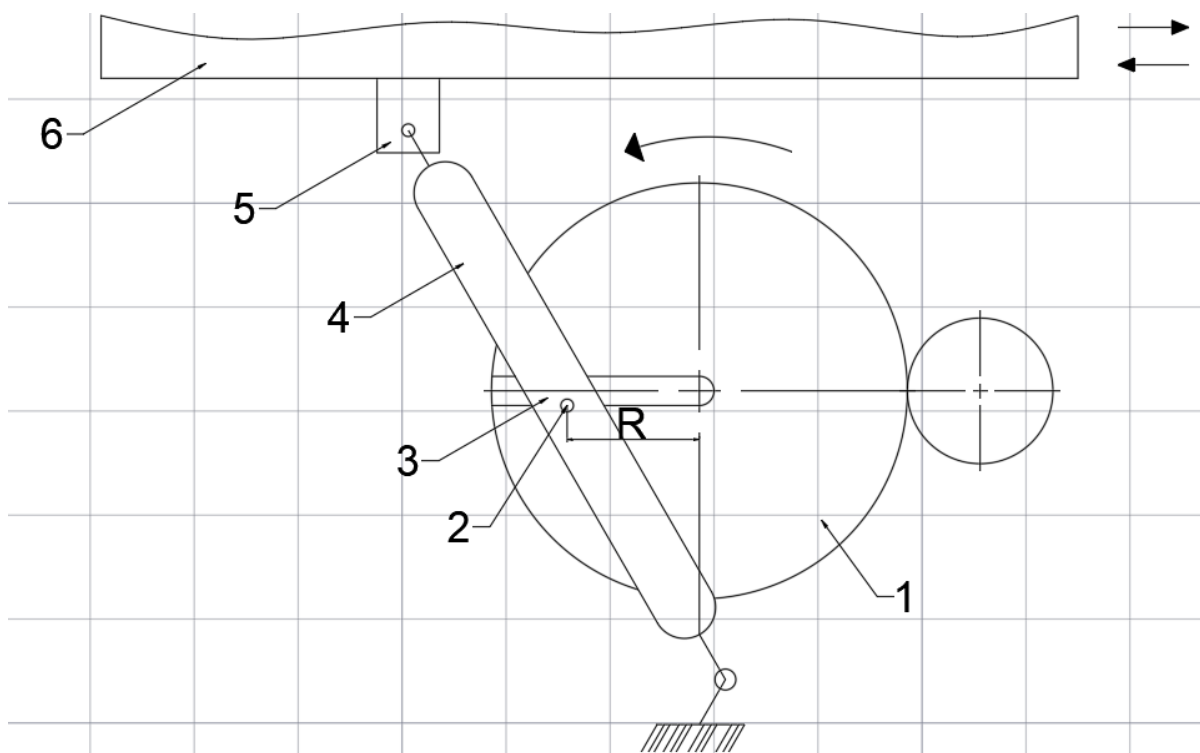


Рисунок 22 – Кулисные механизмы

Кулисный механизм состоит из кулисного колеса 1 и кулисы 4. На кулисном колесе находится палец 2, на который одет сухарь 3. При передаче вращения на кулисное колесо палец 2 приводит в движение сухарь 3, который имеет возможность двигаться вдоль кулисы 4, таким образом кулиса совершает качательное движение на определенный угол в ту или другую сторону и через серьгу 5 передает движение на ползун 6, он совершает возвратно-поступательное движение.

Величина хода ползуна зависит от  $R$  – положения пальца. Применяется в поперечно-строгальных и долбежных станках.

**Кулачковые механизмы** получают возвратно-поступательное движение суппортом токарных автоматов и полуавтоматов. Движение задается кулачками, установленными на распределительный вал. Могут использоваться дисковые и цилиндрические кулачки.

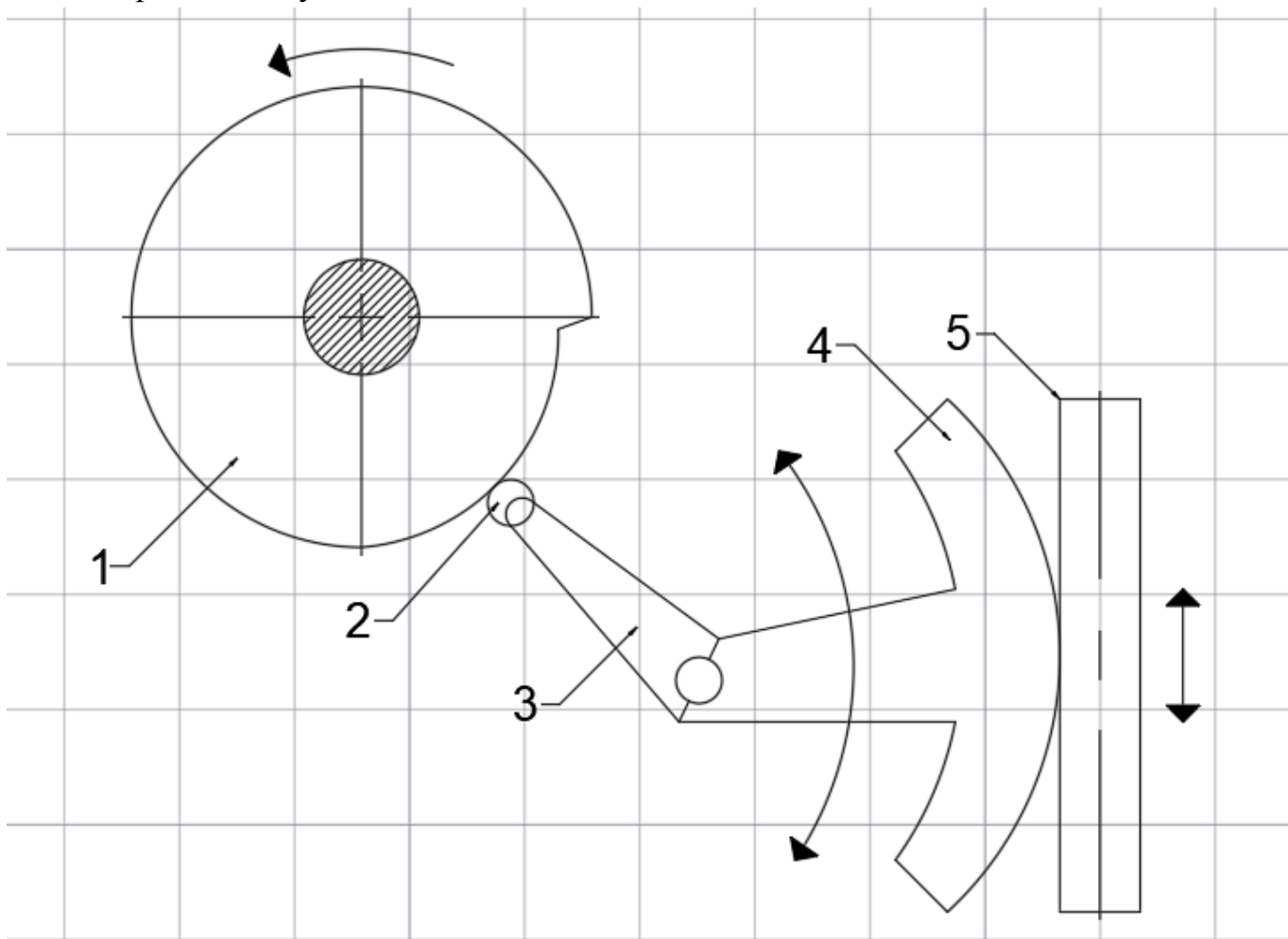


Рисунок 23 – Кулачковые механизмы

При вращении дискового кулачка 1, через ролик 2 движение передается рычагу 3 с зубчатым сектором 4, который сообщает движение рабочему органу станка 5.

Дисковые кулачки передают движение в направлении перпендикулярном оси его вращения.

Параллельно оси вращения движение передается цилиндрическими кулачками.

Тема: «Муфты, их назначение, область применения, конструкции»

Муфтами называют устройства, предназначенные для соединения соосно вращающихся валов и передачи между ними вращающих моментов.

Основное назначение муфт – передача вращающего момента без изменения его модуля и направления. Муфты могут выполнять и другие функции: предохранять механизм от перегрузок, компенсировать несоосность валов, разъединять или соединять валы во время работы и др.

**Классификация муфт.** Имеется большое разнообразие конструкций муфт, которые различаются не только функциональным назначением, но и принципом действия: *механические, гидравлические, электрические* и др. Широко применяемые муфты стандартизованы. Основной паспортной характеристикой муфты является значение вращающего момента, на передачу которого она рассчитана. Ниже рассматриваются только наиболее распространенные в машиностроении механические муфты.

По характеру соединения валов муфты подразделяют на *неуправляемые* (постоянные), *управляемые* и *самоуправляемые* (автоматические).

**Муфты глухие.** Образуют жесткое и неподвижное соединение валов. Они не компенсируют ошибки изготовления и монтажа, требуют точной центровки валов. Применяются обычно глухие муфты для тихоходных валов.

*Втулочная муфта* – самая простая из глухих муфт. Она состоит из соединительной втулки со штифтами (рис. 24, а) или шпонками (рис. 24, б). Основное их достоинство – простота конструкции. Применяют их при относительно небольших нагрузках на валах диаметрами до 60...70 мм.

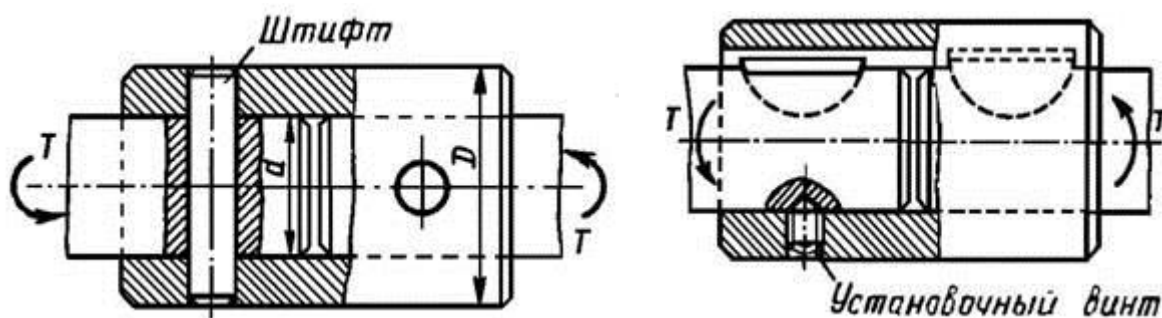


Рисунок 24 – Втулочные муфты со: а – штифтами; б – шпонками

*Муфта фланцевая* – наиболее распространенная (рис. 25), состоит из двух полумуфт 2, соединенных болтами 1. Болты ставят через один: с зазором (вариант I) и без зазора под развертку (вариант II). Центрирование полумуфт в этом случае осуществляют болтами, установленными без зазора, которые рассчитывают на срез. Установка болтов без зазора позволяет получить муфты меньших габаритов и поэтому более распространена.

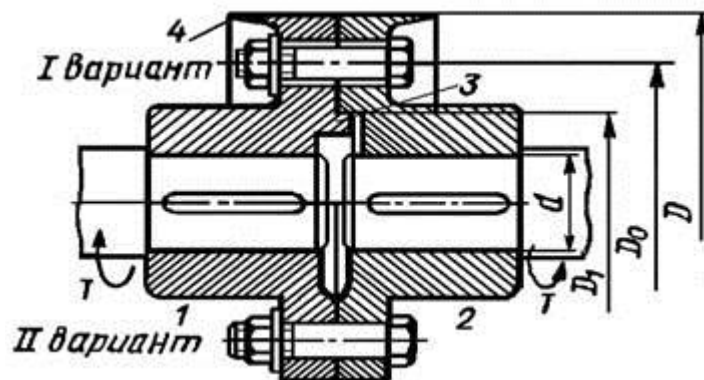


Рисунок 25 – Фланцевая муфта

Фланцевые муфты применяют для соединения валов диаметром до 200 мм и более. Достоинствами таких муфт являются простота конструкции и сравнительно небольшие габариты.



Рисунок 26 – Фланцевая муфта

**Жесткие компенсирующие муфты.** За счет подвижности деталей такие муфты компенсируют радиальные, угловые и осевые смещения валов, вызванные неточностями их изготовления, монтажа и упругими деформациями. Это позволяет уменьшить нагрузки на валы и подшипники.

*Кулачково-дисковая муфта* (рис. 27) состоит из двух полумуфт 1 и 3, соединенных промежуточным диском 2. При работе диск перемещается по пазам полумуфт, и тем самым компенсируются несоосность соединяемых валов (радиальные смещения – до  $0,04d$ , угловые – до  $30'$ ).

Скольжение выступов в пазах сопровождается их износом. Интенсивность износа возрастает с увеличением несоосности и частоты вращения. Для уменьшения износа поверхности трения муфты периодически смазывают и не допускают на них больших напряжений смятия.

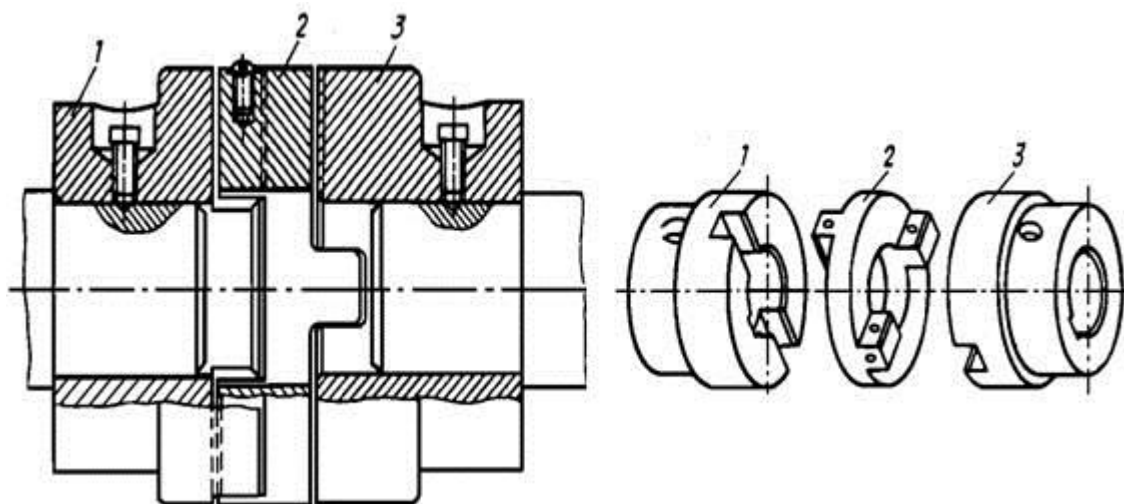


Рисунок 27 – Кулачково-дисковая муфта

Из условия износостойкости кулачково-дисковых муфт рассчитывают давление на боковых поверхностях выступов и пазов:

$$p = \frac{12T_p}{h(2D + d)(D - d)} \leq [p],$$

Где  $T_p$  – расчетный вращающий момент;

$h$  – рабочая высота выступа;

$D, d$  – соответственно наружный и внутренний диаметры;

$[p]$  – допускаемое давление: при термически необработанных, хорошо смазываемых поверхностях или при закаленных поверхностях трения  $[p] = 15 \dots 30$  МПа.

Детали кулачково-дисковых муфт изготавливают из сталей Ст5 (поковка) или 25Л (литье). Для тяжелонагруженных муфт применяют легированные стали типа 15Х, 20Х с цементацией рабочих поверхностей.

*Зубчатая муфта* (рис. 28, а) состоит из двух полумуфт 1 и 3 с наружными зубьями эвольвентного профиля и разъемной обоймы 2 с внутренними зубьями. Передача вращающего момента осуществляется большим числом одновременно работающих зубьев, что обеспечивает высокую нагрузочную способность и малые габариты муфты.

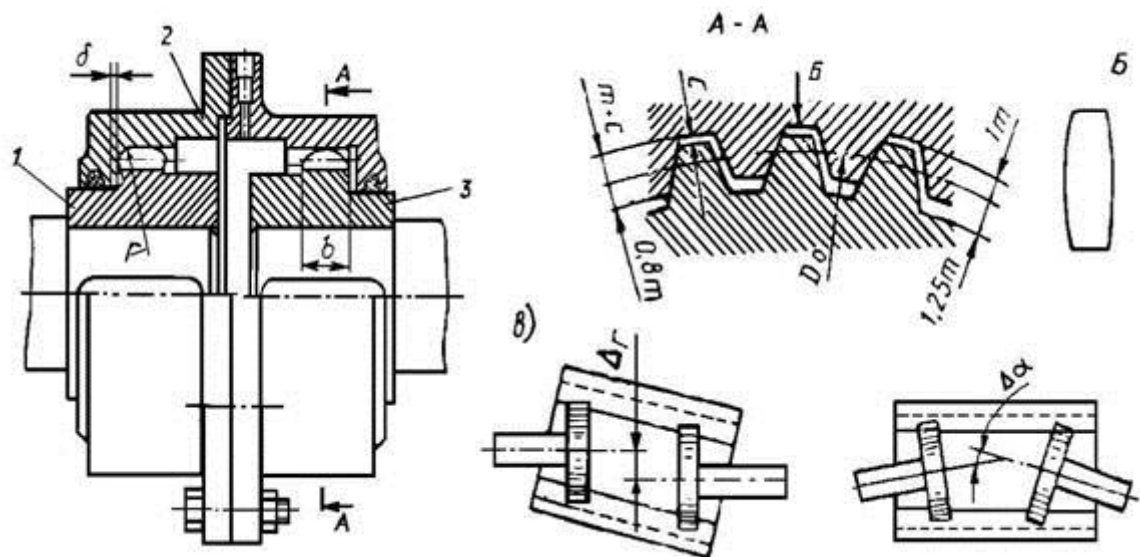


Рисунок 28 – Зубчатая муфта

Для компенсации смещений деталей предусматривают торцевой зазор  $\delta$ . Для ослабления вредного влияния кромочного контакта применяют зубья бочкообразной формы (рис. 28, б), а соединение выполнено с увеличенными зазорами. Зубчатые муфты допускают угловое смещение валов (рис. 28, в)

$\Delta\alpha_{max} = 1,5$ , радиальное  $\Delta r = 0,2 \dots 0,6$  мм, осевое (на рисунке не показано) –  $1 \dots 8$  мм.

Детали зубчатых муфт изготавливают из углеродистых сталей типа 45, 40Х, 45Л коваными или литыми. Для повышения износостойкости зубья полумуфт подвергают термической обработке до твердости не ниже 40HRC, а зубья обойм – не ниже 35HRC.

**Упругие компенсирующие муфты** применяются не только для компенсации смещения валов, но и для снижения динамичности нагрузок и амортизации колебаний, возникающих при работе передач машин.



Рисунок 29 – Упругая компенсирующая муфта

*Муфта упругая втулочно-пальцевая* (рис. 30) состоит из двух полумуфт 1, соединенных пальцами 2, на которые для смягчения ударов надеты гофрированные резиновые втулки. Такие муфты в силу простоты конструкции получили широкое

применение в приводах от электродвигателей для валов диаметрами 9...160 мм при вращающих моментах 6,3...16000 Нм.

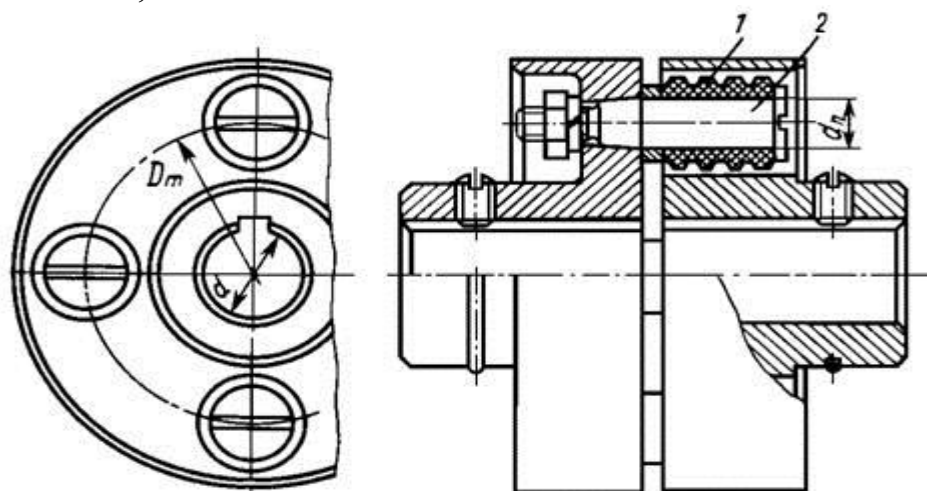


Рисунок 30 – Упругая втулочно-пальцевая муфта

Толщина резиновых втулок невелика, и поэтому амортизирующая способность муфты незначительна. Они допускают радиальное смещение валов до 0,6 мм, продольное – до 5 мм, угловое – до 1°.

Для ограничения износа среднее контактное давление пальца на втулку находят по формуле:

$$p = \frac{2T_P}{zD_m d_n l} \leq [p]$$

Где  $z = 6$  – число пальцев;

$D_m$  – диаметр окружности расположения осей пальцев;

$d_n$  – диаметр пальцев;

$l$  – длина упругого элемента;

$[p] \approx 2$  МПа – допускаемое давление для резиновых втулок.

Муфта со змеевидными пружинами (рис. 31) состоит из двух полумуфт 1 с зубьями специальной формы, между которыми свободно расположены секции змеевидной пружины 3 прямоугольного сечения. Кожух 2, состоящий из двух половин, служит резервуаром для пластичного смазочного материала и предохраняет пружину от выпадения.

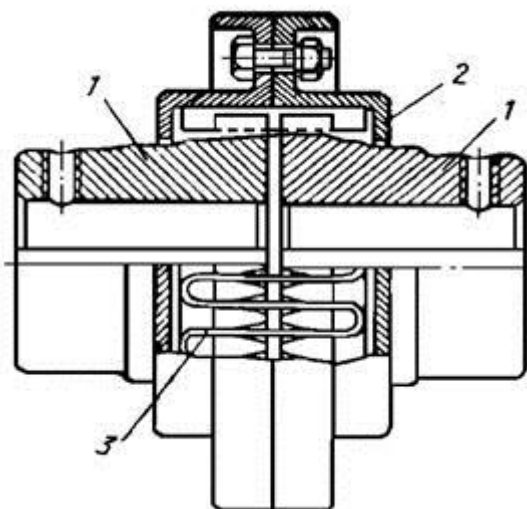


Рисунок 31 – Муфта со змеевидными пружинами



Муфта используется для передачи больших вращающих моментов, обладает хорошими эксплуатационными качествами, имеет небольшие габариты, но сравнительно дорогостоящая.

В зависимости от размеров муфты могут компенсировать радиальные смещения валов 0,5...3 мм, осевые – 4...20 мм и угловые до  $1^{\circ}15'$ .

Материалы полумуфт – сталь 45, стальное литье 45Л; пружин – пружинные стали 65Г, 60С2.

Расчет муфты предусматривает проверку прочности пружины при изгибе методами сопротивления материалов.

**Управляемые (сцепные) муфты** позволяют соединять и разъединять валы без остановки двигателя. По конструкции управляемые муфты можно разделить на кулачковые, зубчатые, основанные на зацеплении, и фрикционные, основанные на трении.

Кулачковые и зубчатые муфты имеют весьма небольшие габариты и массу, не допускают проскальзывания. Однако их включение на ходу сопровождается ударами. Фрикционные муфты позволяют плавно соединять ведущий и ведомые валы под нагрузкой при любой скорости их вращения, предохраняют механизмы от внезапных перегрузок.

Управляемые муфты требуют точной соосности соединяемых валов.

*Кулачковая муфта* (рис. 32) состоит из двух полумуфт 1 и 2, имеющих на сцепляемых торцах выступы – кулачки. При включении муфты кулачки одной полумуфты входят во впадины другой, создавая жесткое соединение.

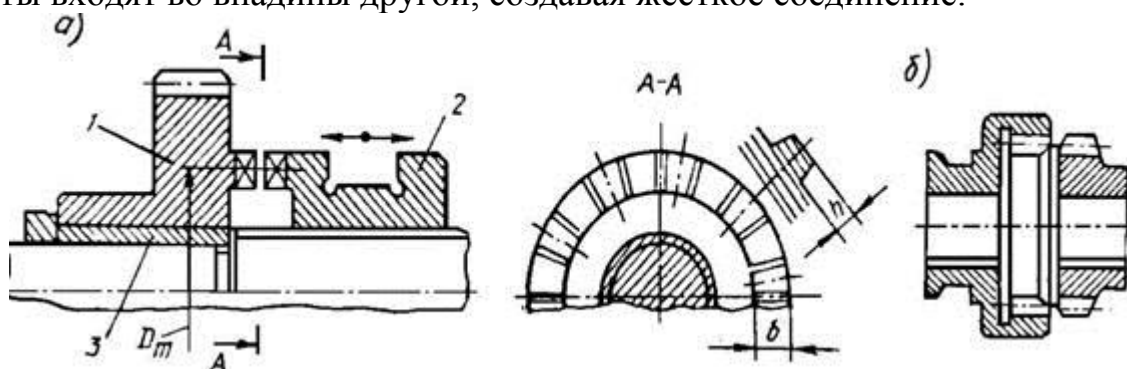


Рисунок 33 – Кулачковая муфта

Включение кулачковой муфты во избежание ударов производят при остановленном двигателе или с малыми скоростями (до 1 м/с).

Полумуфты чаще всего располагают на одном валу, что обеспечивает хорошую их соосность. При выключенной муфте зубчатое колесо свободно вращается на подшипнике скольжения 3. Если муфта включена, вращающий момент от зубчатого колеса передается через кулачки и шлицы на вал.

Для устранения ударов и шума при включении муфты применяют специальные соединительные устройства – синхронизаторы.



Рисунок 34 – Кулачковая муфта

Кулачковые муфты изготовляют из сталей 20, 15Х, 20Х с последующей цементацией или сталей 40Х, 30ХН с последующей объемной закалкой. Размеры муфт принимают конструктивно, а затем выполняют проверочный расчет кулачков на износостойкость и прочность.

Фрикционные сцепные муфты передают вращающий момент между полумуфтами за счет сил трения на рабочих поверхностях (рисунок 35).

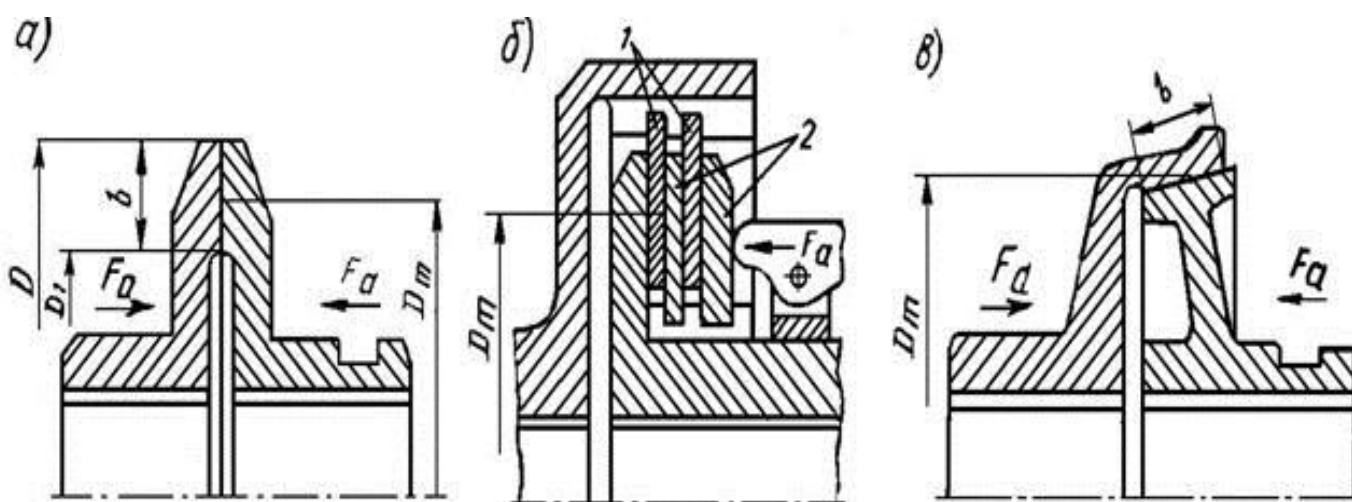


Рисунок 35 – Фрикционные муфты: а – однодисковая; б – многодисковая; в – конусная

В начальный период касания полумуфт происходит относительное проскальзывание их рабочих поверхностей (смазанных или сухих), и тем самым обеспечивается плавность включения муфты. При установившемся движении проскальзывание не происходит, а при перегрузке муфта пробуксовывает, что предохраняет машину от поломок.

Фрикционные муфты должны обладать надежностью сцепления, высокой износостойкостью и теплостойкостью контактирующих поверхностей. Материал трущихся деталей (накладок) выбирается в зависимости от среднего контактного напряжения (давления):

$$p = \frac{F_a}{A} = \frac{2Tk}{fD_m z A} \leq [p]$$

- Где  $F_a$  – осевая сила;  
 $T$  – вращающий момент;  
 $k = 1,3 \dots 1,5$  – коэффициент запаса сцепления;  
 $D_m$  – средний диаметр контакта;  
 $f$  – коэффициент сцепления (трения покоя);  
 $z$  – число пар поверхностей трения;  
 $A = \pi D_m b$  – площадь поверхности трения;  
 $b$  – ширина поверхности трения;  
 $[p]$  – допускаемое контактное напряжение.

По данной формуле может быть рассчитан вращающий момент, который может передавать фрикционная муфта. Для увеличения передаваемого вращающего момента можно увеличить число пар поверхностей трения.

Многодисковые фрикционные муфты имеют небольшие габариты и не требуют большого усилия для их включения.

**Самоуправляемые автоматические муфты** выполняют автоматически одну из следующих функций: ограничение передаваемой нагрузки – предохранительные муфты; передачу нагрузки (момента) только в одном направлении – обгонные муфты; включение и выключение при заданной скорости – центробежные муфты.



Рисунок 36 – Самоуправляемая автоматическая муфта

*Предохранительные муфты* срабатывают, когда вращающий момент превышает некоторую установленную величину. При достижении вращающим моментом предельной величины под действием осевых усилий, обусловленных формой впадин полумуфты, шарики смещаются в осевом направлении (преодолевая сопротивление пружины) и размыкают муфту с последующим проселкиванием.

*Обгонные муфты* (муфты свободного хода) предназначены для передачи вращающего момента только в одном направлении. Наибольшее распространение получили фрикционные обгонные муфты, передающие вращающий момент за счет заклинивания между полумуфтами промежуточных тел (в основном роликов). Такие муфты бесшумны, компактны, могут работать при высокой частоте вращения. Их изготавливают для валов диаметром 10...90 мм и передачи момента до 750...800 Нм.



Рисунок 37 – Обгонная муфта

Обгонные роликовые муфты (рисунок 38) применяют в приводах агрегатов двигателя самолета (например, в приводах стартер-генераторов) и в приводах несущих винтов вертолетов; при отказе одного двигателя движение винта не тормозится, так как обгонная муфта позволяет зубчатым колесам вращаться. При отказе обоих двигателей обгонные муфты не препятствуют вращению несущего винта в режиме авторотации.

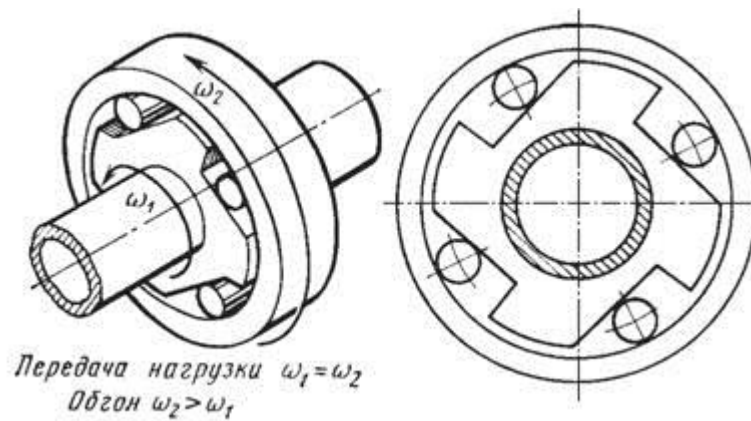


Рисунок 38 – Обгонная муфта

*Пусковые (центробежные) муфты* используют для плавного пуска приводов грузоподъемных машин конвейеров и т.п. Они позволяют электродвигателю легко разогнаться и по достижении им определенной скорости начать плавный разгон рабочего органа. Одновременно пусковые муфты выполняют и предохранительные функции.

Распространены колодочные и дисковые центробежные фрикционные муфты. Центробежные муфты устанавливают на вал электродвигателя. При наличии ременной передачи от электродвигателя к рабочему органу наружную ведомую часть муфты конструируют в виде шкива.

### Тема: «Механизмы бесступенчатых передач. Вариаторы»

Бесступенчатые приводы применяют для плавного и непрерывного изменения частоты вращения шпинделя или подачи. Они позволяют получать более выгодные скорости резания и подачи при обработке различных деталей. Также, они дают возможность изменять скорость главного движения или подачу во время работы станка без его остановки.

#### **Способы бесступенчатого регулирования:**

**1 Электрическое регулирование** производится изменением частоты вращения электродвигателя, который приводит в движение соответствующую цепь станка.

**2 Гидравлическое регулирование** (применяется для регулирования скоростей прямолинейных движений. Изменение скорости движения осуществляется изменением количества масла, поступающего в гидроцилиндр или выходя из него.

Для бесступенчатого регулирования скорости гидравлический привод имеет ряд существенных преимуществ: широкий диапазон регулирования, быстрое изменение величины и направления скорости, плавное реверсирование, удобство дистанционного управления и его автоматизации, автоматическое предохранение от перегрузок, самосмазываемость.

Недостаток гидравлического привода – недостаточно жесткая характеристика вследствие утечек и влияния температуры на вязкость масла.

Гидравлическое регулирование может быть:

- **дроссельным** (дроссельное регулирование осуществляется дросселем, который изменяет скорость масла, поступающего в цилиндр (регулирование на входе) или скорость масла выходящее из цилиндра. При этом используются насосы постоянной производительности).

- **объемным** (способ регулирования скорости движения или частоты вращения вала гидромотора за счет изменения рабочего объема гидравлических машин. Применяются насосы с регулируемой производительностью)

- **объемно-дроссельным**

В сравнении с объемным регулированием при дроссельном регулировании хуже регулировочные характеристики, ниже КПД гидропривода и выше энергетические потери. Но они намного дешевле гидросистем с объемным регулированием. Поэтому дроссельное регулирование применяется в гидроприводах малой мощности.

### 3 Регулирование с помощью механических вариаторов

Большинство механических вариаторов, применяемых в станках, – фрикционные. Фрикционные передачи – механизмы, передающие движения с помощью сил трения соприкасающихся поверхностей. Величина передаваемой силы фрикционной передачи зависит от коэффициента трения.



Рисунок 39 – Механический вариатор

Для неметаллических материалов (текстолита, феродо) коэффициент трения значительно выше, чем для стали. Однако применение стальных поверхностей, особенно закаленных, сокращает габаритно-массовые характеристики передач вследствие применения высоких сил прижима поверхностей.

Фрикционные передачи обладают простотой конструкции, равномерностью передачи движения и бесшумностью работы, простым и легким управлением (изменение скорости главного движения и подачи можно производить во время работы без остановки станка, что позволяет получить оптимальные скорости при обработке заготовок). Возможность регулирования частоты вращения на ходу станка является важным преимуществом перед ступенчатым приводом с зубчатыми колесами, так как дает возможность поддерживать постоянную скорость резания путем непрерывного автоматического изменения частоты вращения шпинделя, что необходимо, например, при поперечном обтачивании и резании резцами, когда диаметр обрабатываемой детали в процессе резания значительно изменяется.

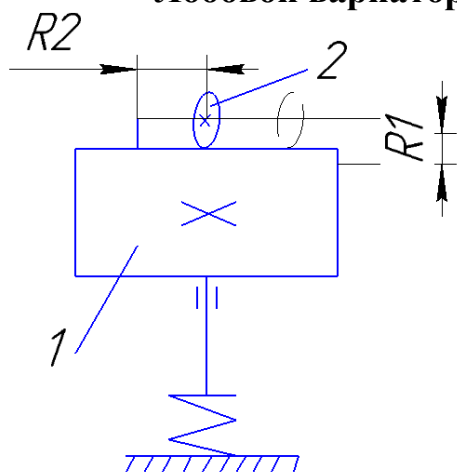
Недостатками фрикционной передачи являются: большие нагрузки на валы и подшипники; повреждение дисков при буксовании, что приводит к неравномерному их изнашиванию; сравнительно небольшой диапазон регулирования (обычно не выше 6) и значительное снижение частоты вращения под нагрузкой; потери на трение; нежесткая характеристика – изменение передаваемой мощности при регулировании частоты вращения.

**Вариатор** – устройство, передающее крутящий момент и способное плавно менять передаточное отношение в некотором диапазоне регулирования. Изменение передаточного отношения может производиться автоматически, по заданной программе или вручную.



Рисунок 40 – Вариатор

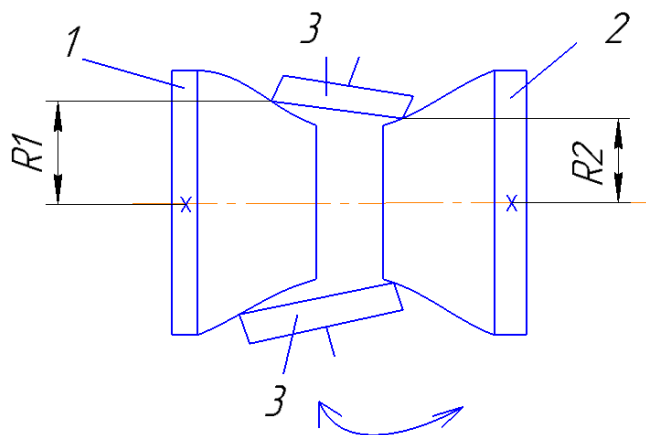
**- Лобовой вариатор**



Состоит из диска 1 и ролика 2. При перемещении ролика вдоль оси вала изменяется радиус контакта  $R_2$  и изменяется передаточное отношение  $i=R_1/R_2$ .

Лобовые вариаторы отличаются простотой конструкции, но имеют малую износостойкость, большую нагрузку на валы и небольшой диапазон регулирования.

**- Торковый вариатор**



Состоит из 2-ух торовых чашек 1 и 2 жестко установленных на валах. Между чашками располагаются 2 ролика 3, оси которых могут поворачиваться. Поворот оси выполняется синхронно в противоположную сторону, за счет этого изменяется радиус чашек





*Image courtesy of Xtrac Limited*

Рисунок 41 – Вариатор

## Учебное занятие 9

### Тема: «Коробки скоростей металлорежущих станков. Определение числа ступеней скоростей коробок. Гитары сменных колес»

Гитарой называется устройство, обеспечивающее правильное сцепление сменных зубчатых колес.

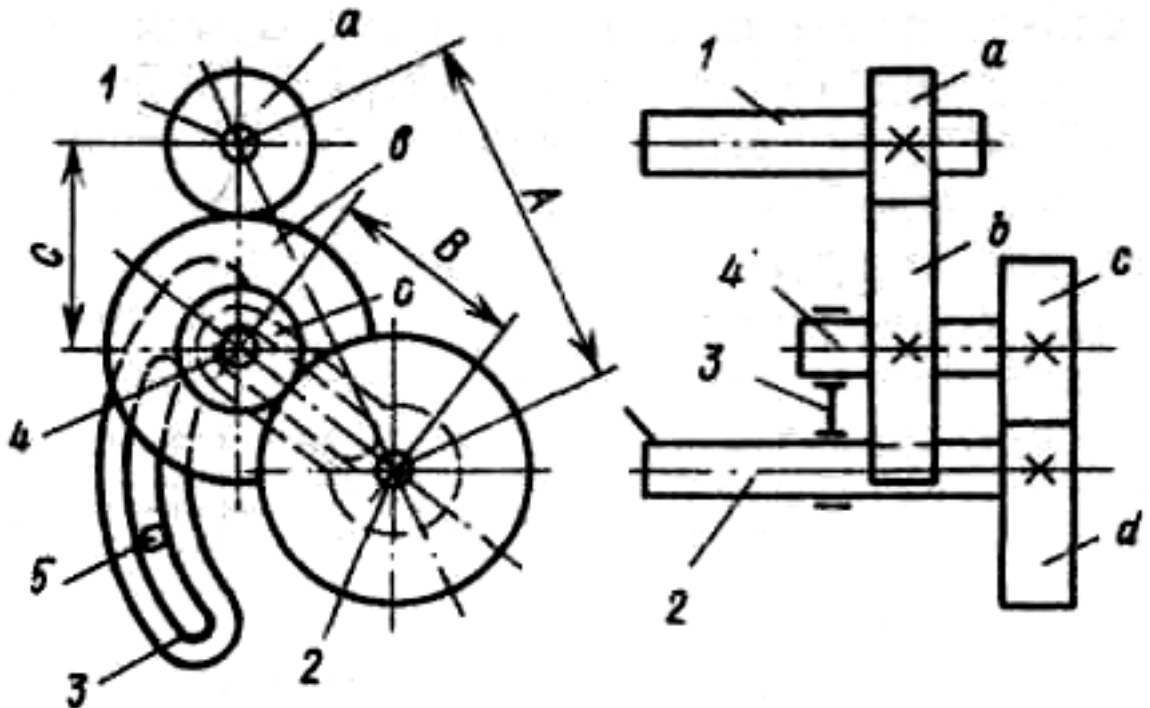


Рисунок 42 – Гитара сменных зубчатых колес

На валу I находится ведущее колесо *a*, на валу II – ведомое колесо *b*, колеса *b* и *c* находятся на пальце 2, который может перемещаться по пазу.

Расстояние  $A_1$  может изменяться за счет перемещения пальца 2 вдоль паза. Межосевое расстояние  $A_2$  изменяется за счет поворота приklona 1, относительно вала III.

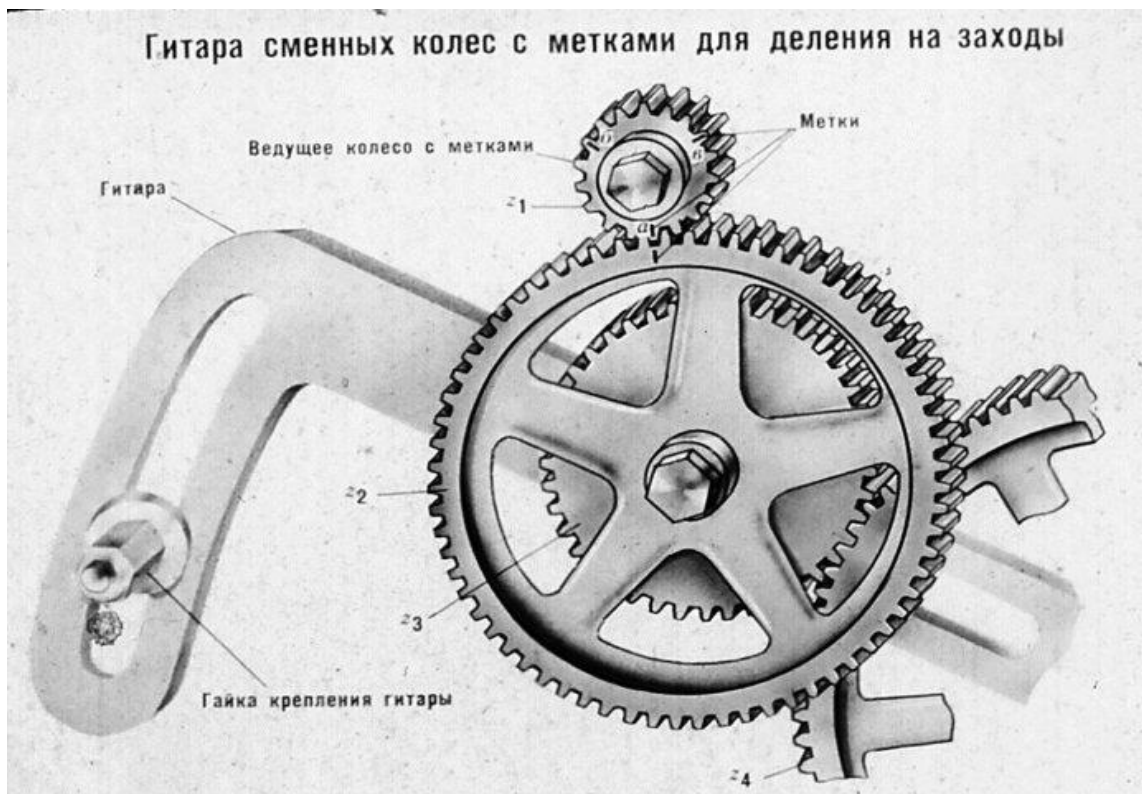


Рисунок 43 – Гитара сменных зубчатых колес

Для того чтобы гитару можно было собрать ее проверяют на условие сцепляемости:

$$a + b \geq c + 15 \dots 20$$

$$c + d \geq b + 15 \dots 20$$

Существует несколько способов подбора чисел зубьев сменных колес:

**1 Способ разложения на множители** прост и точен. Этот способ применяют тогда, когда числитель и знаменатель передаточного отношения можно разложить на простые множители. После разложения дроби она сокращается, а затем числитель и знаменатель помножают на одни и те же числа, чтобы получить необходимые числа колес из размерного ряда 20, 20, 25, 30, 35, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 127.

Например,

$$i_{см} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{24}{56} = \frac{6 \cdot 4}{7 \cdot 8} = \frac{6 \cdot 10}{7 \cdot 10} \cdot \frac{4 \cdot 10}{8 \cdot 10} = \frac{60}{70} \cdot \frac{40}{80}$$

Проверяем сцепляемость зубчатых колес:

$$a + b > c + (15 \dots 20) \text{ или } 60 + 70 > 40 + 15;$$

$$c + d > b + (15 \dots 20) \text{ или } 40 + 80 > 70 + 15.$$

**2 Способ замены часто встречающихся чисел приближенными дробями** заключается в том, что часто встречающиеся при нарезании дюймовых

резьб, червяков и в других случаях числа  $\pi$  и 25,4 (числовое значение дюйма) заменяют приближенными значениями, удобными для подбора сменных колес, например,

$$1'' \approx 25,4 \text{ мм} = 127/5 \text{ мм}; \pi \approx 22/7 \approx (19 \cdot 21) / 127 \text{ и т.д.}$$

Полученная при этом погрешность не должна превышать заданной по условию.

Абсолютная погрешность наладки:

$$\Delta i = i_{\text{см}} - i'_{\text{см}};$$

Относительная погрешность наладки:

$$\delta = \frac{\Delta i}{i_{\text{см}}} = \frac{i_{\text{см}} - i'_{\text{см}}}{i_{\text{см}}}$$

где  $i_{\text{см}}$  - заданное передаточное отношение;

$i'_{\text{см}}$  - полученное передаточное отношение сменных колес.

Пример:

Записать формулу настройки гитары для нарезания дюймовой резьбы и подставить в неё значения, данные в условиях.

$$i_{\text{см(исх)}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{P_p}{i_{\text{пост}} \cdot P_{\text{хв}}} = \frac{25,4}{\kappa \cdot i_{\text{пост}} \cdot P_{\text{хв}}} = \frac{25,4}{4 \cdot 1 \cdot 12}$$

Пользуясь таблицей приложения произвести замену числа 25,4 дробью

$$25,4 = \frac{127}{5},$$

$$i_{\text{см}} = \frac{127}{5 \cdot 4 \cdot 12}$$

Сгруппировать множители и произвести подбор сменных колёс.

$$i_{\text{см(действ)}} = \frac{127 \cdot 1}{5 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 2} = \frac{127}{120} \cdot \frac{1 \cdot 50}{2 \cdot 50} = \frac{127}{120} \cdot \frac{50}{100} = \frac{50}{120} \cdot \frac{127}{100}$$

Вычислить абсолютную погрешность наладки

$$\Delta i = i_{\text{исх}} - i_{\text{действ.}}$$

Вычислить относительную погрешность наладки

$$\delta = \frac{i_{\text{усх}} - i_{\text{действ.}}}{i_{\text{усх}}}$$

Проверить подобранные колёса на условия сцепляемости

$$a + b \geq c + (15 \dots 20)$$

$$c + d \geq b + (15 \dots 20)$$

$$0,2 \leq i \leq 2,8 \quad i_1 = \frac{50}{120} \quad i_2 = \frac{127}{100}$$

Ответ: a=50, b=120, c=127, d=100

Задача: подобрать сменные колёса однопарной гитары из набора: 18, 20, 23, 27, 30, 33, 37, 40, 42 при условии сцепления  $a + b = 60$

Подобрать колёса для  $\frac{a}{b} = 0,6$

Решение:  $a = 0,6b$  – из условия. Подставляем значение **a** в условие сцепления:

$$0,6b + b = 60$$

$$b = \frac{60}{1,6} = 37,5$$

Подбираем из набора ближайшее значение

$$b = 37$$

$$\text{Тогда, } a = 60 - 37 = 23$$

Ответ: a=23, b=37

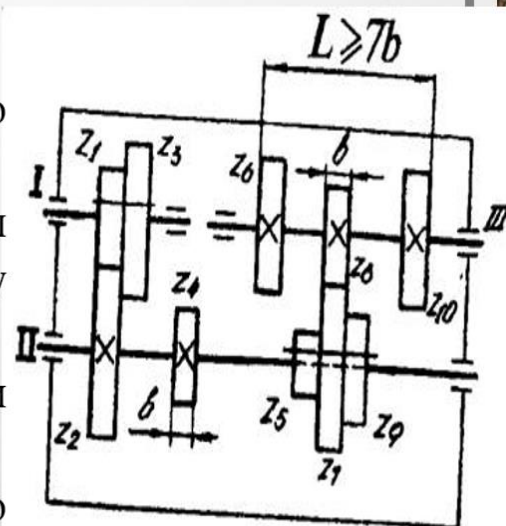
### **Кинематический расчет коробок скоростей**

Для кинематических расчетов коробок скоростей применяют 2 метода: аналитический и графоаналитический. Оба метода позволяют находить величины передаточных отношений передач, входящих в коробку скоростей. Однако, как правило используется только графоаналитический метод. При этом методе строят структурную сетку и график частоты вращения. Для построения структурной сетки необходимо знать структурную формулу.

Структурная сетка дает ясное представление о структуре привода станка. По структурной сетке легко прослеживаются связи между передаточными отношениями групповых передач (групповой передачей называется совокупность передач между двумя последовательными валами коробки скоростей); однако сетка не дает конкретных значений этих величин. Она наглядно характеризует ряд структур приводов в общей форме.

Структурная сетка содержит следующие данные о приводе:

- число групп передач;
- число передач в каждой группе;
- Относительный порядок конструктивного расположения групп вдоль цепи передач;
- Порядок кинематического включения групп (т.е. Их характеристики и связь между передаточными отношениями);
- Диапазон регулирования групповых передач и всего привода;
- Число ступеней скорости вращения ведущего и ведомого валов групповой передачи.



Изобразим кинематическую схему станка:

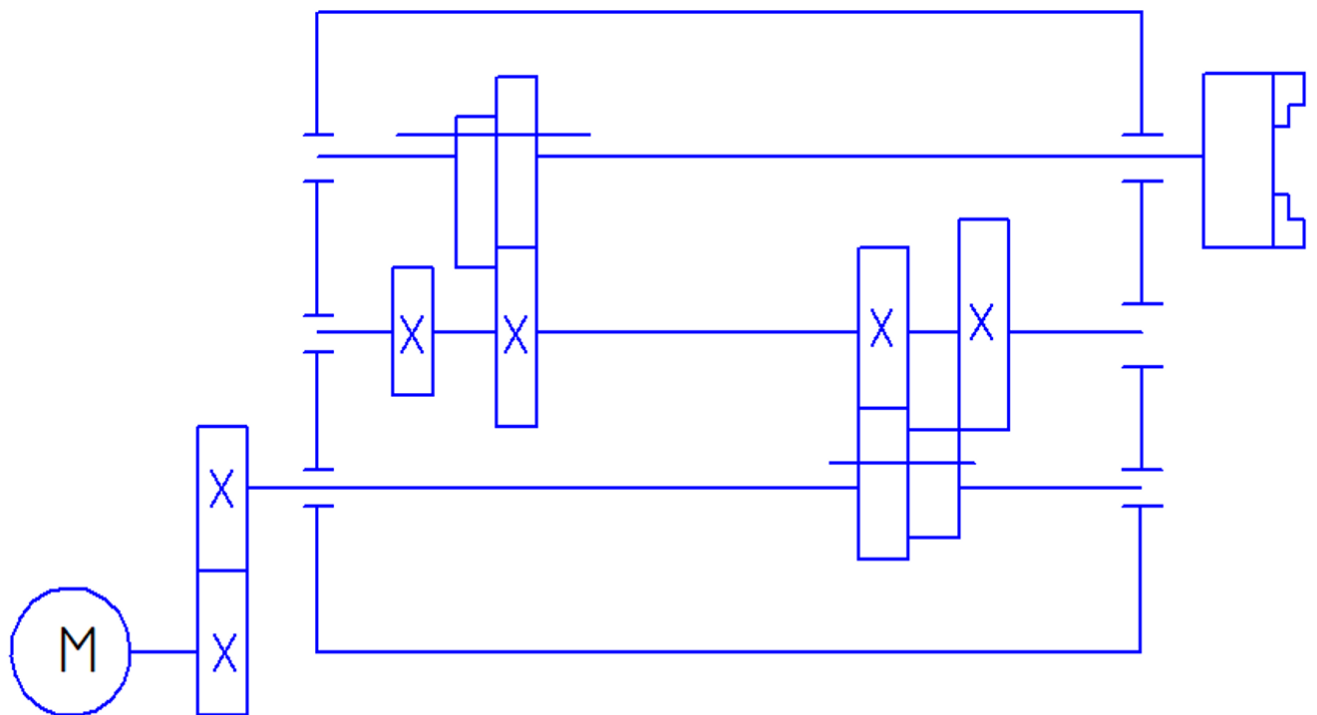


Рисунок 44 – Кинематическая схема коробки скоростей

Структурная формула имеет вид:

$$Z = P_a * P_b * P_c \dots P_n,$$

где  $P_a, P_b, P_c \dots P_n$  – число передач в группах

Теперь по этой схеме запишем структурную формулу:

$$Z = 1 * 2 * 2 = 4 \text{ (число вращения шпинделя)}$$

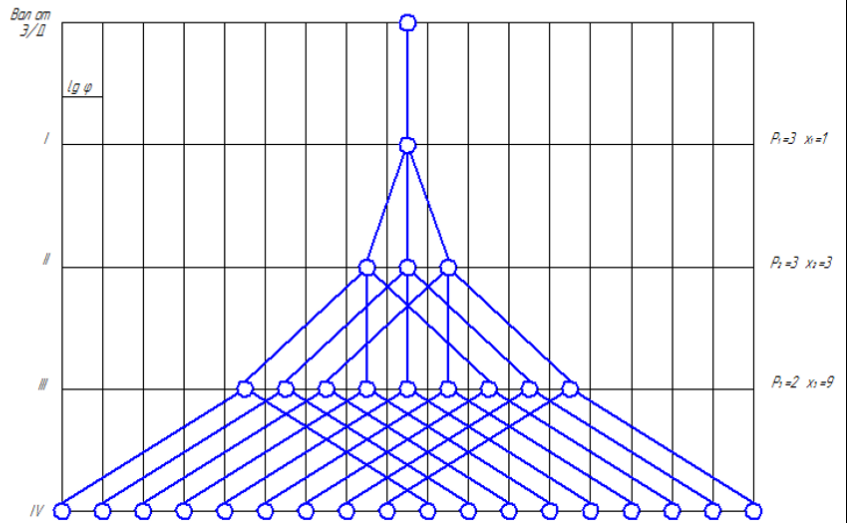
Передаточное отношение передач зависят от характеристики группы, которая в свою очередь зависит от порядка включения передач при переходе от 1 частоты к другой.

Показатель степени  $X$  называется характеристикой группы. В нашем случае это  $x_1=1$  (это число постоянное) и  $x_2=2$

Конечная формула выглядит так:

$$Z = 2_{(1)} * 2_{(2)} = 4$$

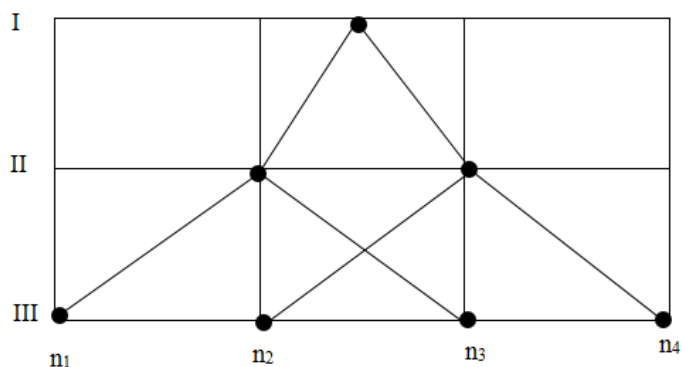
Структурная сетка представляет собой симметричную фигуру и отражает относительные связи между передаточными отношениями групповых передач, но не даёт конкретных значений этих величин.



**При построении структурной сетки пользуются следующими правилами:**

1. Горизонтальными линиями условно обозначаются валы.
2. Вертикальными линиями обозначаются частоты
3. Передачи условно изображаются лучами, соединяющими точки соответствующих частот вращения соседних валов.
4. Лучи основной группы расходятся на 1 интервал

Из формулы составляем структурную сетку





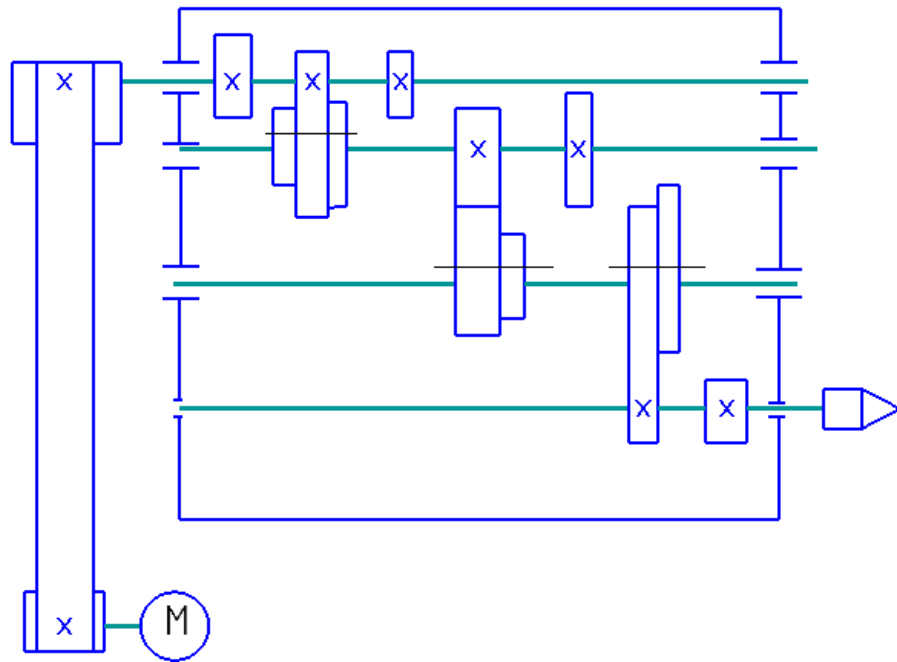


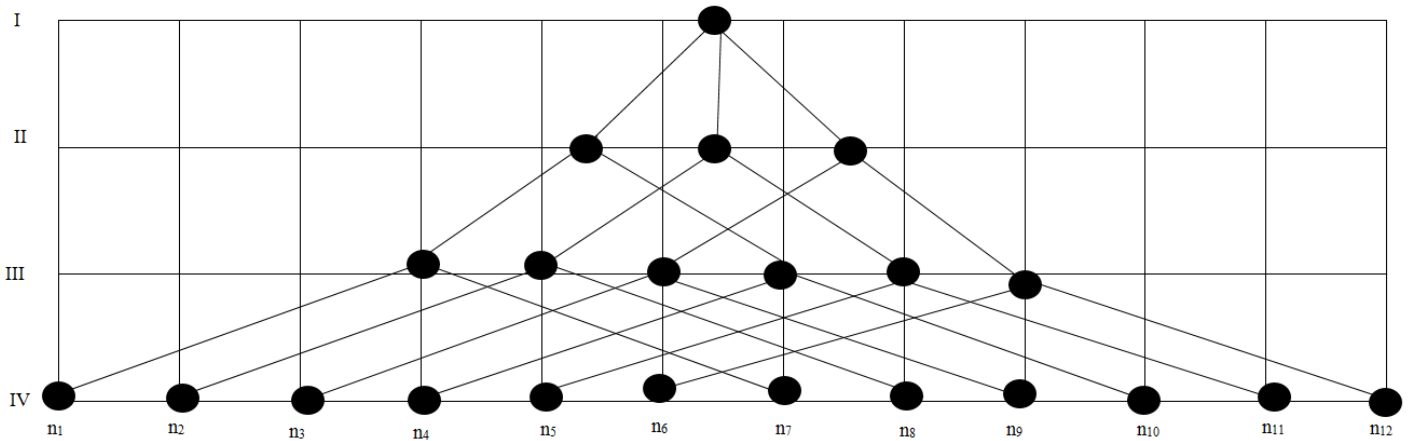
Рисунок 45 – Кинематическая схема коробки скоростей

Составляем структурную формулу:

$$z = 3 * 2 * 2 = 12$$

$$z = 3_{(1)} * 2_{(3)} * 2_{(6)} = 12$$

Структурная сетка будет выглядеть следующим образом:



## Учебное занятие 11

### Тема: «Гидропривод технологического оборудования. Пневмопривод технологического оборудования»

**Гидравлический привод** — совокупность устройств, приводится в движение при помощи гидравлической энергии (жидкости).



Рисунок 46 – Гидродинамический привод (за счет скорости движения жидкости)



Рисунок 47 – Объемный гидропривод (за счет давления рабочей жидкости)

Гидравлические приводы применяются, главным образом, для осуществления прямолинейных движений и, реже, для вращательных движений.

Они могут использоваться как в механизмах главного движения (строгальные станки), так и механизмах подачи (шлифовальные станки).

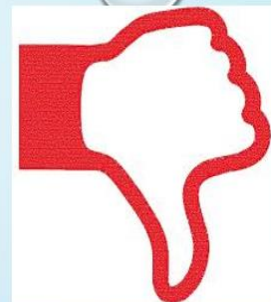
### **Гидравлический привод**

К основным преимуществам гидроприводов относится:

- + Возможность бесступенчатого регулирования скоростей;
- + Возможность получать значительное усилие при небольших габаритах электропривода;
- + Простота предохранения от перегрузки;
- + Большой срок службы, так как масло является смазывающей средой.
- + Малые размеры и вес.



## Гидравлический привод



### Недостатки

- - Утечки рабочей жидкости через зазоры и уплотнения;
- - Проникновение воздуха в рабочую жидкость;
- - Изменение свойств рабочей жидкости под влиянием плотности и температуры.

В качестве рабочей жидкости применяются минеральные масла.



Рисунок 48 – Минеральные масла

Гидропривод состоит из насоса, гидродвигателя, распределительной и регистрирующей аппаратуры.

Гидродвигатели делятся на 2 группы:

- 1) Силовые гидроцилиндры (для прямолинейных движений);
- 2) Гидромоторы (для вращательных движений)

Наименование элементов гидропривода	Условное обозначение
Гидробак	
Насос нерегулируемый (общее обозначение) с потоком: нереверсивным  реверсивным	
Насос регулируемый с потоком: нереверсивным  реверсивным	
Насос: шестеренный  пластинчатый  радиально-поршневой  аксиально-поршневой  ручной  кривошипный  винтовой  многоотводный (например, трехотводный регулируемый с одним заглушенным отводом)	
Гидромотор: нерегулируемый с нереверсивным потоком  нерегулируемый с реверсивным потоком  регулируемый с реверсивным потоком	
Насос-мотор нерегулируемый с направлением потока: одним и тем же	

Рисунок 49 – Элементы гидравлической системы



Рисунок 50 – Примеры гидроприводов

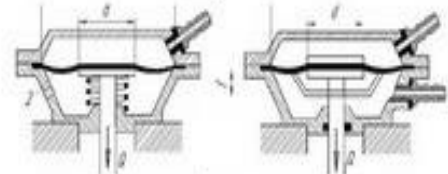
**Пневматический привод** — совокупность устройств, производящий движение посредством энергии сжатого воздуха.



1. Поршневые



2. Мембранные



1. Сильфонные



Рисунок 51 – Пневмосистема с пневмоцилиндрами



Рисунок 52 – Примеры пневмоприводов

## Учебное занятие 12

### Сведения о цикловом программном управлении станками. Общие сведения о ЧПУ металлорежущими станками

При обработке заготовки на металлообрабатывающем станке инструмент совершает относительные перемещения (ходы). Совокупность перемещений, повторяющихся при изготовлении каждой детали, называется циклом обработки. Каждый цикл характеризуется величиной ходов и их последовательностью.

В общем случае *программа управления станком* — это последовательность команд, обеспечивающих заданное функционирование его рабочих органов станка. Программа содержит размерную информацию и команды.



Рисунок 53 – Работа за станком с ЧПУ

*Циклом обработки* называют совокупность перемещения рабочих органов, повторяющихся при обработке каждой заготовки. Комплекс перемещений рабочих органов в цикле работы станка осуществляется в определенной последовательности, т. е. по программе.

*Управляющая программа* — это совокупность команд, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.

*Алгоритмом* называют способ достижения цели (решения задачи) с однозначным описанием процедуры его выполнения.

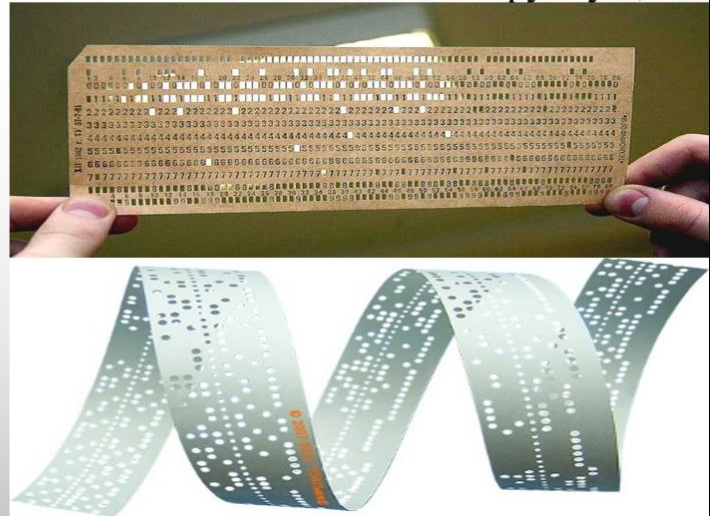
При ручном управлении станком необходимую последовательность команд задает рабочий, который, изучив чертеж и техническую документацию, составляет программу работ, обрабатывает заготовку, контролирует деталь, сравнивает ее с чертежом и при наличии рассогласования устраняет возникшие неточности.

При автоматическом управлении станком необходимая последовательность команд задается программносителем, который может быть выполнен в виде материального аналога (кулачков, копиров, упоров и т. д.).

Управляющая программа (УП) может быть записана на программносителях в виде перфоленты, перфокарты, гибких магнитных дисков, магнитной ленты. УП можно вводить и вручную, посредством клавишных панелей.

# ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

- Управляющая программа (УП) может быть записана на программносителях в виде перфоленты, перфокарты, гибких магнитных дисков, магнитной ленты. УП можно вводить и вручную, посредством клавишных панелей.



По виду управления станки с ПУ подразделяют на станки с системами циклового программного управления (ЦПУ) и станки с системами числового программного управления (ЧПУ).

## Цикловое программное управление (ЦПУ)

Система циклового программного управления (ЦПУ) позволяют частично или полностью программировать цикл работы станка, режим обработки и смену инструмента, а также задавать (с помощью предварительного налаживания упоров) величину перемещений исполнительных органов станка. Она является аналоговой системой управления замкнутого типа (рисунок 54) и обладает достаточно высокой гибкостью, т. е. обеспечивает легкое изменение последовательности включения аппаратуры (электрической, гидравлической, пневматической и т. д.), управляющей элементами цикла.

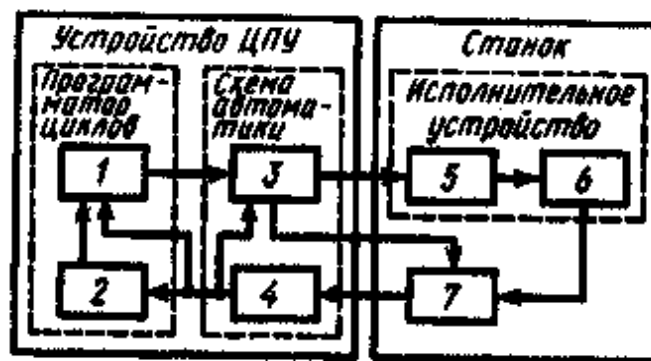


Рисунок 54 – Устройство циклового программного управления

Программатор циклов содержит блок 1 задания программы и блок 2 поэтапного ее ввода (этапом программы называют часть программы, одновременно вводимую в систему управления). Из блока 1 информация поступает в схему автоматики, состоящую из блока 3 управления циклом работы станка и блока 4



преобразования сигналов контроля. Схема автоматики (которую, как правило, выполняют на электромагнитных реле) согласует работу программатора циклов с исполнительными органами станка и датчиком обратной связи; усиливает и размножает команды; может выполнять ряд логических функций (например, обеспечивать выполнение стандартных циклов). Из блока 3 сигнал поступает в исполнительное устройство, обеспечивающее отработку заданных программой команд и включающее в себя исполнительные элементы 5 (приводы исполнительных органов станка, электромагниты, муфты и т. д.). Последние отрабатывают этап программы. Датчик 7 контролирует окончание обработки и через блок 4 дает команду блоку 2 на включение следующего этапа программы. Датчик 7 контролирует окончание обработки и через блок 4 дает команду блоку 2 на включение следующего этапа программы. Для контроля окончания этапа программы часто используют путевые переключатели или реле времени.

В устройствах циклового управления в числовом виде программа содержит информацию только о цикле режимах обработки, а величину перемещения рабочих органов задают настройкой упоров.

Достоинствами системы ЦПУ являются простота конструкции и обслуживания, а также низкая стоимость; недостатком – трудоемкость размерной наладки упоров и кулачков.

Станки с ЦПУ целесообразно применять в условиях серийного, крупносерийного и массового производства деталей простых геометрических форм. Системами ЦПУ оснащают токарно-револьверные, токарно-фрезерные, вертикально-сверлильные станки, агрегатные станки, промышленные роботы (ПР) и др.

### **Числовое программное управление (ЧПУ)**

Станок, работающий на числовом программном управлении, способен совершать те или иные действия, которые ему задаются при помощи специальной программы. Параметры работы станка задаются посредством цифр и математических формул, после этого он выполняет работу согласно указанным программой требованиям. Программа может задавать такие параметры, как:

- мощность;
- скорость работы;
- ускорение;
- вращение и многое другое.

#### **Преимуществами станков с ЧПУ являются:**

1 Высокая производительность (в 2—5 раз выше по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением).

2 Сочетание точности и производительности станка-автомата с гибкостью универсального оборудования, что создает возможность для комплексной автоматизации единичного и серийного производства.

3 Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, что снижает потребность в высококвалифицированных рабочих- станочниках.

4 Детали, изготовленные по одной УП, являются взаимозаменяемыми, что сокращает затраты времени на пригоночные работы при сборке.

5 Благодаря централизованной подготовке УП и более простой, и универсальной технологической оснастке значительно сокращаются сроки перехода на изготовление новых деталей.

6 Сокращается продолжительность цикла изготовления деталей и уменьшается запас незавершенного производства.

7 Машиностроение качественно переоснащается новым оборудованием на базе современной электроники и вычислительной техники.

### Тема: «Классификация систем ЧПУ»

По технологическим возможностям и характеру движения рабочих органов системы ЧПУ подразделяют на три группы:

*Позиционные системы* обеспечивают прямолинейное перемещение исполнительного органа станка по одной или двум координатам. Перемещение ИО из позиции в позицию осуществляется с максимальной скоростью, а его подход к заданной позиции – с минимальной («ползучей») скоростью. Такими системами ЧПУ оснащены сверлильные и координатно-расточные станки.

*Контурные системы* предназначены для выполнения рабочих перемещений по определенной траектории с заданной скоростью согласно программе обработки. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное, прямолинейное и криволинейное формообразование, относятся к контурным (непрерывным) системам, так как они позволяют обработать деталь по контуру. В системах ЧПУ с прямоугольным формообразованием ИО станка перемещается по координатным осям поочередно, поэтому траектория инструмента имеет ступенчатый вид, а каждый элемент этой траектории параллелен координатным осям. Число управляемых координат в таких системах достигает 5, а число одновременно управляемых координат 4. В системах ЧПУ с прямолинейным формообразованием различают движение инструмента при резании по двум координатным осям (X и Y). В данных системах используется двухкоординатный интерполятор, выдающий управляющие импульсы сразу на два привода подачи. Общее число управляемых координат 2–5. Системы ЧПУ с криволинейным формообразованием позволяют управлять обработкой плоских и объемных деталей, содержащих участки со сложными криволинейными контурами. Контурные системы ЧПУ имеют шаговый двигатель. Такими системами оснащаются токарные, фрезерные, расточные станки.

*Комбинированные системы (универсальные)* обладают особенностями как позиционных, так и контурных систем и наиболее типичны для многоцелевых станков (сверлильно-фрезерно-расточных).

В отдельную группу выделяют станки с *цифровой индикацией и преднабором координат*. В этих станках имеется электронное устройство для задания координат нужных точек (преднабор координат) и крестовый стол, снабженный датчиками положения, который дает команды на перемещение до необходимой позиции. При этом на экране высвечивается каждое текущее положение стола (цифровая индикация). В таких станках можно применять преднабор координат или цифровую индикацию; исходную программу работы задает станочник.

В моделях станков с ПУ для обозначения степени автоматизации добавляется буква Ф с цифрой:

**Ф1** – станки с цифровой индикацией и преднабором координат;

**Ф2** – станки с прямоугольными и позиционными системами ЧПУ;

**Ф3** – станки с контурными прямолинейными и криволинейными системами ЧПУ;

**Ф4** – станки с универсальной системой ЧПУ для позиционно - контурной обработки.

Кроме того, к обозначению модели станка с ЧПУ могут прибавляться приставки С1, С2, С3, С4 и С5, что указывает на различные модели систем ЧПУ, применяемых в станках, а также на различные технологические возможности станков. Например, станок модели 16К20Ф3С1 оснащен системой ЧПУ «Контур 2ПТ-71», станок модели 16К20Ф3С4 – системой ЧПУ ЭМ907 и т. д.

**По способу подготовки и ввода управляющей программы различают:**

- **оперативные системы ЧПУ** (в этом случае управляющую программу готовят и редактируют непосредственно на станке, в процессе обработки первой детали из партии или имитации ее обработки);

- **адаптивные системы**, для которых управляющая программа готовится, независимо от места обработки детали. Причем независимая подготовка управляющей программы может выполняться либо с помощью средств вычислительной техники, входящих в состав системы ЧПУ данного станка, либо вне ее (вручную или с помощью системы автоматизации программирования.)

**По уровню технических возможностей** в международной практике приняты следующие обозначения числовых систем программного управления:

**NC** (Computer Numerical Control) – ЧПУ;

**HNC** (Hand Numerical Control) – разновидность устройства ЧПУ с заданием программы обработки оператором с пульта с помощью клавиш, переключателей и т. д.;

**SNC** (Speiher Numerical Control) – устройство ЧПУ, имеющее память для хранения всей управляющей программы (программа хранится во внутренней памяти);

**CNC** – устройство ЧПУ позволяет управлять одним станком с ЧПУ; устройство соответствует структуре управляющей мини – ЭВМ или процессора; расширяет функциональные возможности программного управления, появляется возможность хранения УП и ее редактирование на рабочем месте, диалоговое общение с оператором, широкие возможности коррекции, возможность изменения программы при ее эксплуатации и др.;

**DNC** (Direct Numerical Control) – системы более высокого уровня, обеспечивающие: управление сразу группой станков от общей ЭВМ; хранение в памяти весьма значительного количества программ; взаимодействие со вспомогательными системами ГПС (транспортирования, складирования); выбор времени начала обработки той или иной детали; учет времени работы и простоев оборудования и т. д.

**По числу потоков информации** системы ЧПУ делятся на замкнутые, разомкнутые и адаптивные.

**Разомкнутые системы** характеризуются наличием одного потока информации, поступающего со считывающего устройства к исполнительному органу станка. В механизмах таких систем используют шаговые двигатели. Он является задающим устройством, сигналы которого усиливаются различными способами, например, с помощью гидроусилителя моментов, вал которого связан с ходовым винтом привода подачи. В разомкнутой системе нет датчика обратной связи и поэтому отсутствует информация о действительном положении исполнительных органов станка.

**Замкнутые системы ЧПУ** характеризуются двумя потоками информации – от считывающего устройства и от датчика обратной связи по пути. В этих системах рассогласование между заданными и действительными величинами перемещений исполнительных органов устраняется благодаря наличию обратной связи.

**Адаптивные системы ЧПУ** характеризуются тремя потоками информации:

1) от считывающего устройства;

2) от датчика обратной связи по пути;

3) от датчиков, установленных на станке и контролирующих процесс обработки по таким параметрам, как износ режущего инструмента, изменение сил резания и трения, колебания припуска и твердости материала обрабатываемой заготовки и др. Такие программы позволяют корректировать программу обработки с учетом реальных условий резания.

Использование конкретного вида оборудования с ЧПУ зависит от сложности изготавливаемой детали и серийности производства. Чем меньше серийность производства, тем большую технологическую гибкость должен иметь станок.

### Тема: «Токарные станки с ЧПУ. Назначение, классификация, расчёт режимов резания и необходимой мощности токарного станка»

**Токарные станки с ЧПУ** предназначены для наружной и внутренней обработки сложных заготовок деталей типа тел вращения. Токарные станки составляют самую значительную группу по номенклатуре в парке станков с ЧПУ. На токарных станках с ЧПУ выполняют традиционный комплекс технологических операций: точение, отрезку, сверление, нарезание резьбы и др.



Рисунок 55 – Общий вид токарного станка с ЧПУ

В мелкосерийном и среднесерийном производстве с частой сменой изготавливаемых изделий наибольшее распространение получили автоматизированные станки с ЧПУ. Станок с ЧПУ позволяет осуществлять взаимное перемещение детали и инструмента по командам без применения материального аналога обрабатываемой детали (кулачков, шаблонов, копиров).

**В основе классификации токарных станков с ЧПУ лежат следующие признаки:**

- расположение оси шпинделя (горизонтальные и вертикальные станки);
- число используемых в работе инструментов (одно- и многоинструментальные станки);
- способы их закрепления (на суппорте, в револьверной головке, в магазине инструментов);
- вид выполняемых работ (центровые, патронные, патронно-центровые, карусельные, прутковые станки);
- степень автоматизации (полуавтоматы и автоматы).

**Центровые токарные станки с ЧПУ** служат для обработки заготовок деталей типа валов с прямолинейным и криволинейным контурами. На этих станках можно нарезать резьбу резцом по программе.

**Патронные токарные станки с ЧПУ** предназначены для обточки, сверления, развертывания, зенкерования, цекования, нарезания резьбы метчиками в осевых отверстиях деталей типа фланцев, зубчатых колес, крышек, шкивов и др.; возможно нарезание резцом внутренней и наружной резьбы по программе.

**Патронно-центровые токарные станки с ЧПУ** служат для наружной и внутренней обработки разнообразных сложных заготовок деталей типа тел вращения и обладают технологическими возможностями токарных центровых и патронных станков.

**Карусельные токарные станки с ЧПУ** применяют для обработки заготовок сложных корпусов.

### **Токарно-винторезные станки**

**Токарно-винторезные станки** предназначены для обработки наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, сверления, зенкерования и развертывания отверстий, фасонной обработки, обработки торцев, нарезание резьбы, отрезание деталей и других видов работ в условиях мелкосерийного и единичного производства.



Рисунок 56 – Общий вид токарного станка модели 16K20

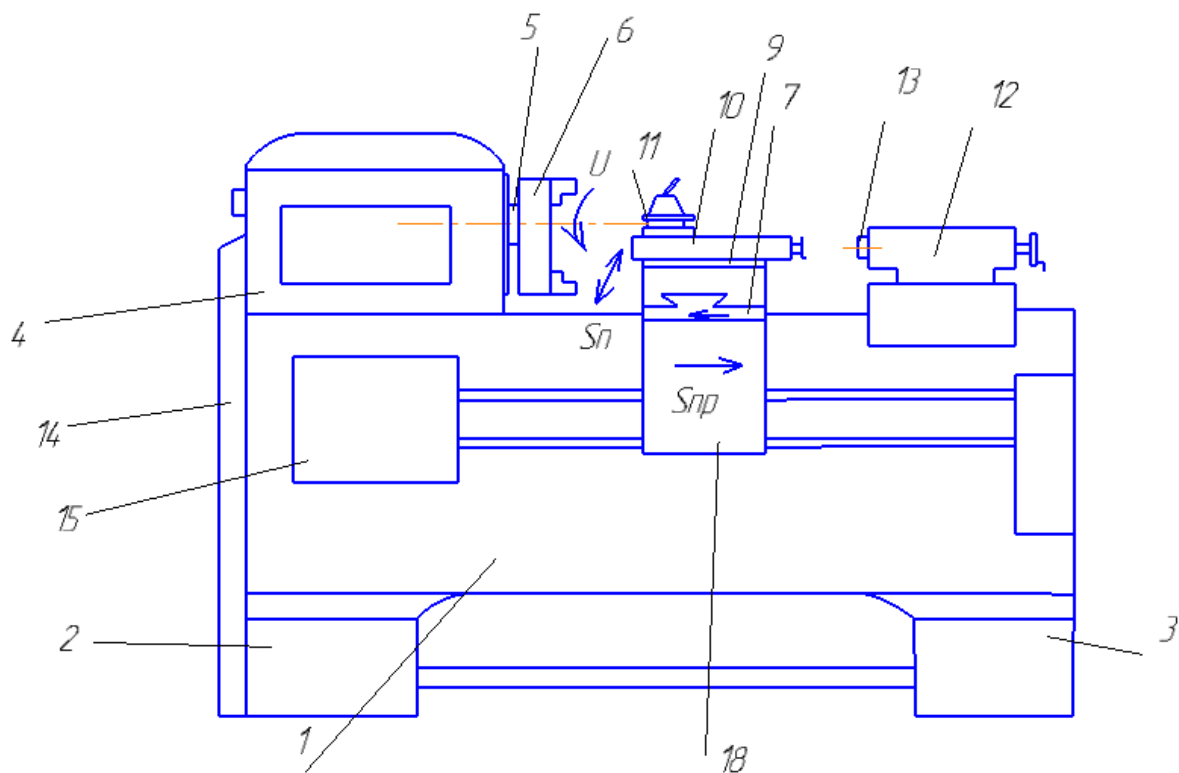


Рисунок 57 – Компоновка токарно-винторезного станка 16К20

Чугунная станина 1 установлена на передней 2 и задней 3 тумбах. В передней тумбе находится двигатель, в задней – бак для СОЖ и насосная станция для подачи СОЖ. С левой стороны на станине установлена передняя бабка, в которой располагается коробка скоростей и шпиндельный узел со шпинделем 5. На шпиндель устанавливается патрон 6. По горизонтальным направляющим станины перемещается в продольном направлении каретка 7, по направляющим которой, в поперечном направлении, перемещаются салазки 8. На салазках находится поворотная плита 9 и верхние салазки 10, на салазки устанавливается позиционный резцедержатель 11, на который крепятся резцы. Поворотная плита позволяет поворачивать верхние салазки в горизонтальной плоскости для обработки наружных конических поверхностей, подача, в этом случае, осуществляется вручную, маховиком верхних салазок. Снизу к каретке крепится фартук 18, в котором находятся механизмы прямолинейного движения. Подача на рабочие органы осуществляется от коробки подач 15 через ходовой винт 16. С правой стороны на станине располагается задняя бабка 12 с выдвижной пинолью. В пиноль устанавливается либо цента, для поддержания заготовок, либо осевой инструмент для сверления, зенкерования, развертывания. С левой стороны станка, под щитком, находится гитара сменно-зубчатых колес 14 для настройки шага нарезаемой резьбы.

### Токарные станки с ЧПУ

оснащают револьверными головками и магазином инструментов. Револьверные головки бывают четырех-, шести- и двенадцатипозиционные, причем на каждой позиции можно устанавливать по два инструмента для наружной и внутренней обработки заготовки. Ось вращения головки может располагаться параллельно оси шпинделя, перпендикулярно к ней или наклонно.



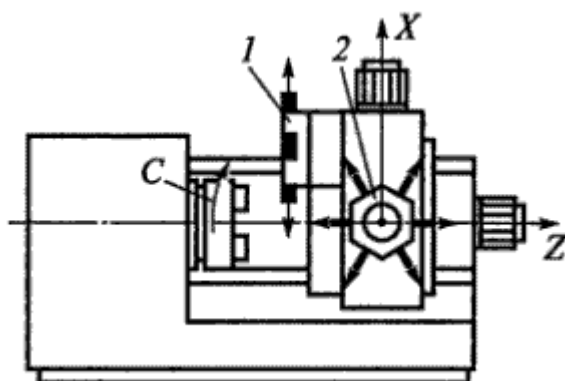


Рисунок 58 – Токарный станок с ЧПУ (1 и 2 револьверные головки)

### Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3

Станок оснащен контурной системой ЧПУ. К таким станкам предъявляются повышенные требования по надежности, быстродействию, жесткости и точности.

По способу закрепления заготовок токарные станки с ЧПУ могут быть:

- патронные;
- центровые;
- полуцентровые.

Патронные станки не имеют задней бабки, поэтому обрабатывают короткие детали. Патронные и полуцентровые имеют заднюю бабку.

Привод главного движения в этих станках может иметь ступенчатое и бесступенчатое регулирование. При ступенчатом используются автоматическая коробка скоростей, а бесступенчатое регулирование обеспечивается регулирующим двигателем.



Рисунок 59 – Общий вид токарного станка с ЧПУ модели 16K20Ф3

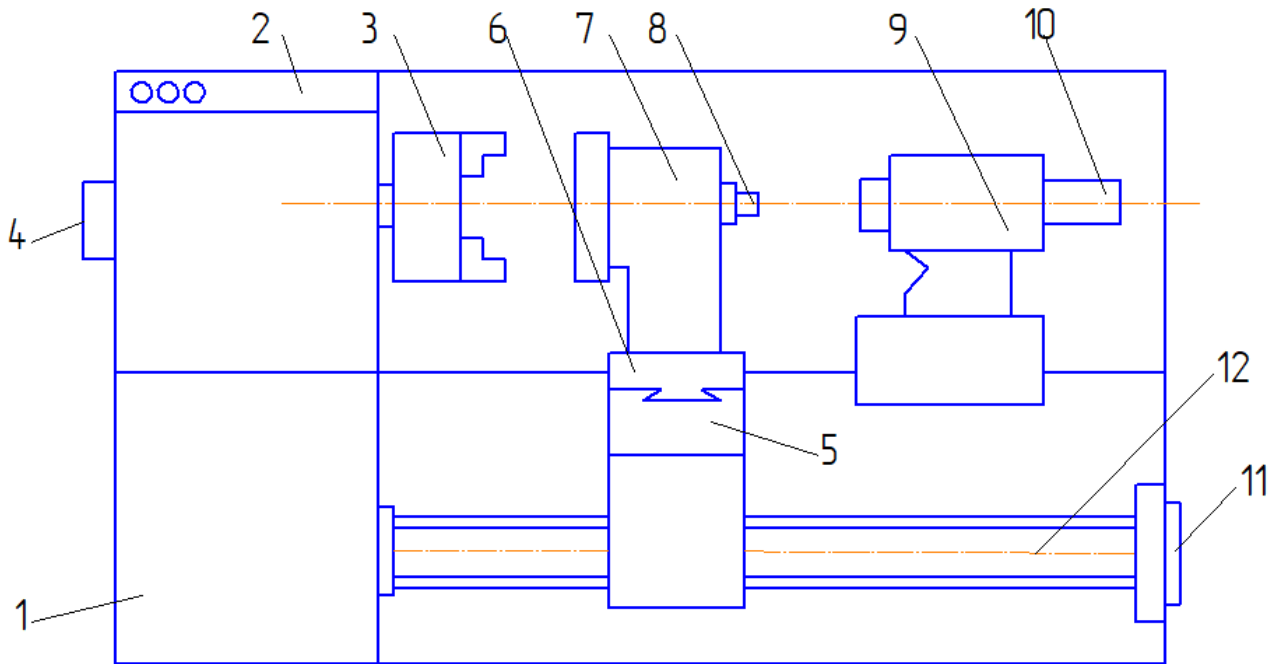


Рисунок 60 – Компоновка станка 16К20Ф3

Станок имеет жесткую литую станину 1 с горизонтальными направляющими. На станине находится передняя бабка 2, на которой находится привод главного движения. На шпиндель устанавливается патрон 3, автоматическая работа обеспечивается автоматическим устройством 4, по направляющим станины перемещается суппорт 5, его движение обеспечивается регулирующим двигателем 11 и ходовым винтом 12. По направляющим суппорта перемещаются салазки 6. На салазках находится револьверная головка 7 с многопозиционным диском. Поворот револьверной головки обеспечивается двигателем 8. Задняя бабка 9 предназначена для закрепления заготовок. Перемещения пиноли в задней бабке обеспечивается электроприводом 10. Таким образом, каждое движение обеспечивается отдельным приводом.

## Учебное занятие 15

### Тема: «Токарный станок с оперативной системой управления. Многоцелевой токарный станок. Назначение, техническая характеристика, кинематика. Токарный станок с ЧПУ 16ГС32СУ1 (с оперативной системой)»



Рисунок 69 – Токарный станок с ЧПУ 16ГС32СУ1

Станок предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом цикле в патроне или центрах деталей с прямолинейным, ступенчатым и криволинейным профилем в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Оперативная система – это система управления станком, которая не требует высокой квалификации оператора, но позволяет при этом обрабатывать детали любой сложной конфигурации.

Комбинирование обработки из готовых циклов с заданием необходимых параметров сокращает время на подготовку обработки, упрощает работу оператора и снижает вероятность ошибки в программе обработки.

Применение оперативной системы на станке позволяет отказаться от механических передач, гибко и оперативно менять режимы резания, легко делать сложные детали со сферами и нестандартной резьбой.

Оперативная система управления обеспечивает:

- легко воспринимаемое управление по меню с сенсорного экрана;
- задание скорости вращения шпинделя, величин подач и перемещений, оперативную;
- коррекцию режимов обработки деталей, цифровую индикацию перемещений;
- задание и выполнение полуавтоматических циклов:
  - чернового и финишного наружного и внутреннего точения;
  - нарезания всех видов резьб с постоянным шагом;
  - возможность привязки инструмента;
  - диагностику и оповещение о нештатных ситуациях.

Для обеспечения функции резьбонарезания станок оснащен датчиком резьбонарезания.

Для перемещения суппорта в поперечном направлении применены роликовые направляющие, что повышает точность обработки вследствие отсутствия износа направляющих, также повышает жесткость суппортной группы

и уменьшает износ ШВП, так как исключается нагрузка от силы трения при холостых ходах.

Станок может оснащаться ручным четырехпозиционным резцедержателем или электромеханическим управляемым программой.

Станок также может поставляться с транспортером для отвода стружки (к обозначению станка добавляется индекс «Т»), с механизированным подводом пиноли задней бабки (индекс «М»), с механизированным зажимом заготовки в патроне Ø250 мм (индекс «П1»- гидравлический, индекс «П2»-пневматический).

Станок выпускается с межцентровым расстоянием (РМЦ) 1000 мм, 1500мм – исполнение 01, 2000мм – исполнение 02.

Станок с оперативной системой управления обеспечивает высокую производительность и качество. Для его обслуживания от оператора не требуется высокая квалификация станочника, как при работе на универсальном станке.

Станок с оперативной системой управления обеспечивает высокую производительность и качество. Для его обслуживания от оператора не требуется высокая квалификация станочника, как при работе на универсальном станке.

### Технические характеристики станка

Наименование параметра	Значение
<b>1 Показатели заготовки, обрабатываемой на станке</b>	
1.1 Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм	630
1.2 Диаметр обрабатываемой заготовки, мм, не более	430
-над станиной	
-закрепленной в патроне и проходящей через отверстие в шпинделе	55
1.3 Диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм, не более	325
1.4 Наибольшая длина устанавливаемой заготовки ((при установке в центрах) при переходе торца корпуса задней бабки на 70мм за торец станины)), мм:	
- РМЦ = 1000мм	1000
- РМЦ = 1500мм	1500
- РМЦ = 2000мм	2000
1.5 Наибольшая длина обработки, мм:	
- РМЦ = 1000мм	810
- РМЦ = 1500мм	1300
- РМЦ = 2000мм	1900
1.6 Высота центров над направляющими станины, мм	325
<b>2 Показатели инструмента, устанавливаемого на станке</b>	
2.1 Наибольшая высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25
2.2 Предельные диаметры сверления, мм, по стали/по чугуну	25/28

3 Показатели основных и вспомогательных движений станка	
3.1 Количество скоростей шпинделя: прямого вращения/обратного вращения	3/3
3.2 Пределы частот шпинделя, об/мин	20 – 2500
3.3 Способ регулирования частоты вращения шпинделя бабки шпиндельной в пределах одного диапазона	бесступенчато
3.4 Пределы шагов нарезаемых резьб	0,25 – 40
4 Показатели силовой характеристики станка	
4.1 Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм, не менее	800
4.2 Мощность привода главного движения, кВт	
- для системы ЧПУ «Mitsubishi»	11
- для системы ЧПУ «Siemens»	12
4.3 Крутящий момент привода продольного перемещения, Нм	16,8
4.4 Крутящий момент привода поперечного перемещения, Нм	16,8
4.5 Мощность привода смазки шпиндельной бабки, кВт	0,25
4.6 Мощность привода смазки суппорта и винтовых пар, кВт	0,2
4.7 Мощность привода охлаждения, кВт	0,18
4.8 Суммарная мощность установленных на станке электродвигателей, кВт:	
- для системы ЧПУ «Mitsubishi»	17,75
- РМЦ = 2000мм	18,95
- для системы ЧПУ «Siemens»	21,11
4.10 Суммарная потребляемая мощность станка, (наибольшая), кВт	
- для системы ЧПУ «Mitsubishi»	18,3
- для системы ЧПУ «Siemens»	20,0
5 Показатели габарита и массы станка	
5.1 Длина, мм, не более:	
- РМЦ = 1000мм	3050
- РМЦ = 1500мм	3630
- РМЦ = 2000мм	4120
5.2 Ширина, мм, не более	1900
5.3 Высота, мм, не более	1675
5.4 Масса станка, кг, не более:	
- РМЦ = 1000мм	3630
- РМЦ = 1500мм	4000
- РМЦ = 2000мм	4500
6 Характеристика электрооборудования	
6.1 Род тока питающей сети	Переменный, трехфазный

6.2 Частота тока, Гц	50±1
6.3 Напряжение, В	380±38
6.4 Напряжение цепи управления, В	100 и 24
7 Корректированный уровень звуковой мощности, дБа	97
8 Класс точности станка по ГОСТ 8-82	П

### **Токарные многоцелевые станки**

Более 70 % деталей типа тел вращения после токарной обработки еще фрезеруют, сверлят и т. д. Такие операции можно проводить на токарных многоцелевых станках, так как они имеют расширенные технологические возможности. Станки снабжают дополнительными приспособлениями: сверлильными шпинделями, многошпиндельными сверлильными головками и головками для обработки отверстий и поверхностей под прямым углом. Часто такие станки имеют две револьверные головки. В одной из них устанавливают неподвижный инструмент, в другой – фрезы, сверла и т.д., которые автоматически сцепляются со вспомогательным приводом. Обработку можно вести как вдоль оси, так и в поперечном направлении. В многоцелевых токарных станках имеется управление поворотом на определенный угол и индексацией шпинделя, что позволяет останавливать и закреплять шпиндель в любом заранее запрограммированном положении по углу поворота.

Магазины инструментов содержат 8-25 инструментов, смена которых происходит в цикле обработки. Распространение токарных многоцелевых станков ограничено их высокой стоимостью при сравнительно несложных обрабатываемых деталях.

## Учебное занятие 16

### Тема: «Правила наладки токарного станка на обработку детали. Техника безопасности при работе на токарных станках с ЧПУ»

#### **Наладка токарного станка с ЧПУ**

После того как составлен технологический процесс, приступают к наладке станка для изготовления заданной детали.

*Наладкой станка* называют подготовку его к выполнению определенной работы по изготовлению детали в соответствии с установленным технологическим процессом для обеспечения требуемой производительности, точности и шероховатости поверхности. Затем обрабатывают две-три детали, и если полученные размеры не соответствуют чертежным, то производят *подналадку* инструмента на требуемый размер.



Рисунок 70 – Наладка станка с ЧПУ

Для обеспечения требуемых режимов резания производят настройку станка.

*Настройкой станка* называется кинематическая подготовка его к выполнению заданной обработки детали по установленным режимам резания согласно технологическому процессу.



Рисунок 71 – Наладка станка с ЧПУ

Наладка токарного станка с ЧПУ производится по карте наладки и тексту программы. В карте наладки даются указания по применяемым зажимным устройствам и подготовке их к работе; размеры заготовки и готовой детали; перечень вспомогательного и основного инструмента с координатами вершин режущих кромок от программируемой точки станка; координаты исходной (нулевой) точки относительно абсолютной системы координат станка.

Наладку станка с ЧПУ необходимо выполнять в такой последовательности:

1 В соответствии с картой наладки подобрать инструмент, проверить отсутствие повреждений, надежность крепления пластинок, правильность заточки и т. д.

2 Настроить режущий инструмент на заданные картой наладки координатные размеры.

3 Установить настроенный инструмент в рабочие позиции револьверной головки.

4 Установить предусмотренный картой наладки вид зажимного патрона и проверить надежность закрепления заготовки.

5 Установить переключатель режима работы пульта управления ЧПУ в положение ручной работы в режиме От станка.

6 При отсутствии внешних повреждений у станка и у пульта управления ЧПУ, препятствующих пуску станка, проверить работоспособность его рабочих органов на холостом ходу и исправность сигнализации на пульте управления.

7 Убедившись в чистоте лентопротяжного механизма, ввести перфоленту и проверить выполнение рабочей программы пультом и станком без сбоев, а также безотказность индикации и световой сигнализации.

8 Переместить суппорт в предусмотренное картой наладки нулевое положение, используя декадные переключатели Сдвиг нуля.

9 Проверить отсутствие информации на корректорных переключателях и набрать значения, обеспечивающие получение при обработке размеров годных деталей.

10 Закрепить заготовку детали в патроне.

11 Установить переключатель режима работы в положение автоматической работы в режиме По программе или По фазам.

12 Обработать первую деталь.

13 Измерить детали и рассчитать поправки, которые набираются на корректорных переключателях.

14 Обработать деталь повторно в режиме По программе.

15 Измерить готовую деталь.

Наладка станка на обработку партии деталей завершена.

В дальнейшем, пользуясь корректорами, поддерживают размеры деталей в поле допуска.

Если при проверке работы пульта и станка на холостом ходу программа выполняется со сбоями или другими неполадками, оператор прекращает наладку станка, вызывает дежурного наладчика устройств ЧПУ или слесаря и ставит в известность мастера участка.

К наладке и работе на станках с ЧПУ и их обслуживанию допускаются лица, изучившие конструктивные и технологические особенности станков и устройств



ЧПУ и правила технической эксплуатации и получившие удостоверение на право работы на этих станках.

## Техника безопасности при работе на токарных станках с ЧПУ

### БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

<p><b>ОПАСНЫЕ ЗОНЫ СТАНКА :</b></p>  <p>1-КЛИНОВИДНАЯ ПЕРЕДНЯЯ; 2-ПАТРОН; 3-РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЬ; 4-СУПЛУГОТ; 5-ОБРАБАТЫВАЕМАЯ ДЕТАЛЬ; 6-ФЛАНЦА; 7-СМЕННАЯ ШЕСТЕРНЯ; 8-Вращающийся винт; 9-упор; 10-автоматический контакт.</p>	<p><b>ВЫКЛЮЧАЙТЕ СТАНОК ПРИ СЛЕДУЮЩИХ ОПЕРАЦИЯХ:</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- УСТАНОВКА И СЪЕМ ДЕТАЛИ;</li> <li>- КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛИ;</li> <li>- УБОРКА СТРУЖКИ;</li> <li>- ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ СКОРОСТЕЙ.</li> </ul>	<p style="text-align: center; color: red;"><b>ОПАСНО!</b></p>  <p>НЕ СКЛАДЫВАЙТЕ ДЕТАЛИ НА КОРПУСЕ СКОРОСТЕЙ. УПАВШАЯ ОТ ВИБРАЦИИ ДЕТАЛЬ МОЖЕТ НАНЕСТИ ТРАВМУ.</p>	 <p>ЗАЖАВ ДЕТАЛЬ, НЕ ЗАБУДЬТЕ ВЫНУТЬ КЛЮЧ ИЗ ПАТРОНА.</p>	 <p>ОБЯЗАТЕЛЬНО ОПУСКАЙТЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ЭКРАН.</p>	<p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>РАБОЧЕЕ МЕСТО ТОКАРЯ</b></p> 															
<p>ПОСТАВЬТЕ ОГРАЖДЕНИЕ, ЕСЛИ ИЗ ШПИНДЕЛЯ ВЫСТУПАЕТ ДЛИННЫЙ КОНЕЦ ПРУТКА.</p> <p style="text-align: center; color: red;"><b>ОПАСНО!</b></p> 	 <p>ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ РАБОТАТЬ С ВЫСТУПАЮЩИМИ КУЛКАМИ ПАТРОНА УСТАНОВИТЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КОЖУХ.</p>	<p>ДЛЯ ОБРАБОТКИ ХРУПКИХ И ПЫЛЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЙТЕ РЕЗЕЦ - ПЫЛЕСТРУЖКОПРИЕМНИК КОНСТРУКЦИИ ВЧШИЮТ.</p>  <p>1- ЛОПЬ КОРПУСА; 2- ПАТРУСОК; 3- ГИБКИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ИЛИ РЕЗИНОВЫЙ РУКАВ; 4- РЕЗЕЦ; 5- КРЕПЕЖНЫЙ ВИНТ; 6- ДЕТАЛЬ.</p>	<p>ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ ИСПОЛЬЗУЙТЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТВОДА РЕЗЦА.</p>  <p>1- УПОР; 2- КОПИРНЫЙ ВАЛИК; 3- РЕЗЕЦ; 4- РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЬ; 5- ШУП; 6- КОРПУС; 7- ЭКЦЕНТРИК; 8- ШАРИК.</p>	<p>ПРИ ОБРАБОТКЕ ВЯЗКИХ МАТЕРИАЛОВ ИСПОЛЬЗУЙТЕ РЕЗЕЦ СО СТРУЖКОДРОБЯЩЕЙ КАНАВКОЙ.</p>  <p>Зоны истончения при обработке вязких материалов (стружки образуются желтыми)</p> <table border="1" style="font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>ВЫСОТА РЕЗЦА, мм</th> <th>СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, м/мин</th> <th>СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ, м/мин</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>0,3</td> <td>1,5</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	ВЫСОТА РЕЗЦА, мм	СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, м/мин	СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ, м/мин	0,1	0,5	1,0	0,2	1,0	1,5	0,3	1,5	2,0	0,4	2,0	2,5	 <p>1- ЛАМПА МЕСТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ; 2- ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ТУМБОЧКА; 3- НАПОЛЬНАЯ РЕШЕТКА; 4- ТАРА ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ.</p>
ВЫСОТА РЕЗЦА, мм	СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, м/мин	СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ, м/мин																		
0,1	0,5	1,0																		
0,2	1,0	1,5																		
0,3	1,5	2,0																		
0,4	2,0	2,5																		

obavoka.by

Рисунок 72 – Техника безопасности при работе на станках токарной группы

### 1 Общие требования безопасности:

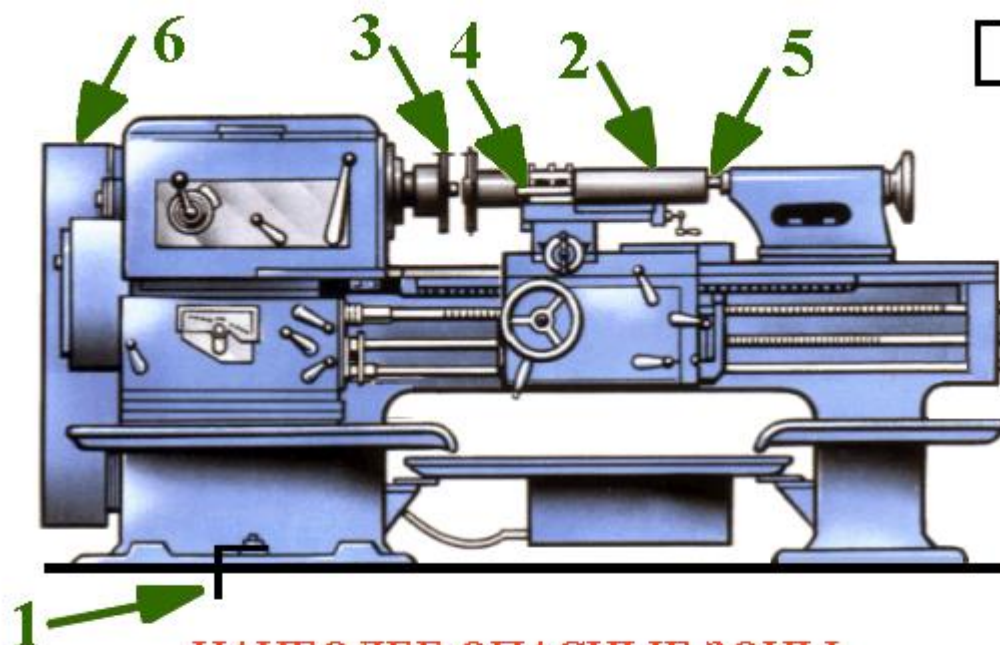
1.1 На операторов станков с числовым программным управлением (ЧПУ) распространяются общие правила безопасности при работе на металлорежущих станках.

1.2 Каждый вновь принятый работник должен пройти вводный инструктаж и индивидуальный инструктаж на рабочем месте.

1.3 При индивидуальном инструктаже инструктор знакомит работника с правилами обращения с оборудованием и транспортными средствами, с правилами содержания рабочего места и ношения специальной и рабочей одежды, обуви, со средствами индивидуальной защиты на данном рабочем месте и других рабочих местах, входящих в технологию механообработки и подготовки производства.

1.4 Работник может быть допущен к работе только после всестороннего ознакомления с правилами техники безопасности.

1.5 Результаты проведенного инструктажа регистрируются в специальном журнале, который подписывают: лицо, проводившее инструктаж, и работник, получивший этот инструктаж.



### НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ ЗОНЫ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ:

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>1 - заземляющий контакт;</b>   | <b>4 - резцедержатель;</b>      |
| <b>2 - обрабатываемая деталь;</b> | <b>5 - пиноль задней бабки;</b> |
| <b>3 - патрон;</b>                | <b>6 - ременная передача</b>    |

Рисунок 74 – Наиболее опасные зоны станков токарной группы

## 2 Требования безопасности до начала работы на станке с ЧПУ:

### 2.1 Привести в порядок рабочую одежду и обувь:

- застегнуть рукава, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов;
- работать в головном уборе, плотно облегающем голову, волосы должны быть надежно укрыты;

Не работай без головного убора!



Рисунок 75 – Техника безопасности

- обувь должна надежно защищать ноги от попадания на них стружки, грязи и пыли.

(Работать на станках в легкой обуви – тапочках, сандалиях, сланцах, босоножках – не разрешается.)



Рисунок 76 – Техника безопасности

2.2 Убедиться в хорошем состоянии станка и рабочего места, убрать с пути всё, что может вызвать падение.

2.3 Обеспечить достаточную смазку станка, проверить уровень масла в предназначенных для него резервуарах.

2.4 Проверить наличие, исправность и прочность крепления:

- ограждений зубчатых колес, приводных ремней, валиков, приводов, шпинделя и т.д., а также токоведущих частей электроаппаратуры (пускателей, рубильников, трансформаторов);

- предохранительных устройств защиты от стружки и устройств подачи охлаждающих масел и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

2.5 При необходимости отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена и свет не попадал прямо в глаза. (Пользоваться местным освещением с напряжением более 36 вольт запрещается.)

2.6 Проверить исправность станка на холостом ходу, в ручном и автоматическом режимах, при этом убедитесь в исправном действии:

- органов управления – электрических кнопочных устройств тормозов, подъемных и подающих устройств;

- систем смазки и охлаждения, обеспечивающих нормальную и бесперебойную смазку и подачу СОЖ;

- фиксации рычагов включения и переключения, обеспечивающих невозможность самопроизвольного переключения с холостого хода на рабочий;

- зажимных пневмопатронов, механизированных зажимных приспособлений.

2.7 Убедитесь в отсутствии заеданий или излишней слабины в движущихся частях станка (в особенности в шпинделе, в передней бабке, при продольных, поперечных или вертикальных ходах суппорта или стола).

2.8 В случае неисправности станка и оборудования немедленно сообщить об этом ответственному лицу и, до устранения неисправности, к работе не приступать. (Работать на неисправных и на не имеющих необходимых защитных ограждений станках запрещается.)

2.9 Приготовить крючок для удаления стружки, щетку-сметку, ключи и другой необходимый инструмент.

2.10 Уложить устойчиво на подкладках или стеллажах поданные на обработку детали, не загромождая рабочего места и проходов. Высота штабелей для мелких деталей не должна превышать 0,5 м., для средних – 1,0 м., а для крупных – 1,5 м.

2.11 Перед обработкой металлов с отлетающей стружкой, при отсутствии специальных защитных устройств надеть очки или предохранительный щиток из прозрачного материала.

2.12 Деревянная решетка, находящаяся под ногами, должна быть всегда исправна.

2.13 Проверить надежность срабатывания блокировок концевых выключателей, предохраняющих узлы станка от ударов и поломок.

2.14 Перед каждым включением станка предварительно убедитесь, что пуск станка никому не угрожает опасностью.

### **3 Требования безопасности во время работы на станке с ЧПУ:**

3.1 Постоянно наблюдать за работой станка с ЧПУ в процессе работы:

- по сигнализации на панели управления электронного устройства;
- по контрольным точкам программ (возврат рабочих органов станка «в исходное состояние», «постоянство точки смены инструмента» в одной и той же позиции и др.);
- по характеру и величине линейных перемещений и вращательных движений рабочих органов станка и другого оборудования;
- по отклонениям характера и уровня шума различных механизмов;
- по четкости выполнения узлами оборудования с ЧПУ различных технологических команд.

3.2 Не допускать работу на станке с ЧПУ по изношенным или деформированным программным носителям (перфолента, магнитная лента, ППЗУ и др.).

3.3 Следить за чистотой и исправностью лентопротяжных устройств ввода программных носителей.

3.4 При переналадке с обработки детали одного наименования на другое обратить внимание на правильную расстановку упоров, определяющих точки «исходного состояния» рабочих органов для начала работы по программе. Помните, что неправильно установленные упоры могут привести к ударам подвижных органов оборудования о неподвижные и вращающиеся.

3.5 Для предотвращения ударов инструмента и рабочих органов оборудования о другие органы в случае сбоя и отказа, ограничивай величину перемещения подвижных органов от возможных ударов установкой такого

положения концевых выключателей, которое автоматически исключает аварийную ситуацию.

3.6 Внимательно следить за состоянием режущего инструмента. Постоянно помните, что несвоевременная остановка станка при поломках инструмента может привести к тяжелым последствиям.



Рисунок 77 – Техника безопасности

3.7 При замене изношенного программносителя или использовании нового обязательно проверить его правильность при работе станка на холостом ходу без детали, а правильность отработки самой программы проверь в режиме «отработка программы без перемещений».

3.8 Будьте особо внимательны и осторожны при обработке первой детали после переналадок или смены программносителя. Не допускать при этом ввода в систему управления максимальных значений перемещений с корректирующего переключателя в сторону детали.

3.9 Проверить размеры и форму заготовок. В случае отклонения размеров и формы заготовки от чертежа заготовки (заложенных в программу обработки детали) немедленно сообщить об этом начальнику участка.

3.10 Всегда помнить, что значительное превышение припусков на обработку относительно расчетных, при обработке на станке с ЧПУ может привести к недопустимо большим перегрузкам, вылету детали, поломкам инструмента и станка.

3.11 Обо всех замеченных недостатках в программах обработки немедленно сообщать начальнику участка.



Рисунок 78 – Техника безопасности

3.12 Не допускать попадания СОЖ на клемники, разъемы, датчики и другое электрооборудование и элементы автоматики. В случае наличия этих недостатков принять меры к их устранению.

3.13 В случае возникновения каких-либо неисправностей в процессе работы, или отклонений от нормальной работы, немедленно заявить начальнику участка и в соответствующую службу обслуживания по характеру предполагаемой причины неисправности.

3.14 Требуйте от обслуживающего персонала своевременного и качественного проведения планово-предупредительного (ППР), профилактического (ПР) или текущего (ТР) ремонта.

3.15 Периодически проверять самостоятельно состояние узлов станков с ЧПУ с целью выявления отклонений от нормальной работы на более ранней стадии.

3.16 Обратит особое внимание на техническое состояние зажимных элементов пневмопатронов, следить за их исправной работой и требовать систематической чистки. Помните, что нечеткая работа зажимных элементов может привести к вылету детали в процессе обработки.

3.17 При возникновении износа зажимных элементов восстанови их работоспособность. При этом строго соблюдайте параметры выточек (диаметр, глубина, высота, ширина) в соответствии с программой обработки (технологией)

конкретной детали. Невыполнение этих условий так же может привести к вылету детали, или же к врезанию в зажимные элементы.

3.18 Не оставляйте включенное или работающее оборудование с ЧПУ без присмотра. В случае кратковременного отлучения от станка полностью выключить всё оборудование.

3.19 Не допускать опасных приемов и методов работы на станках с ЧПУ.



Рисунок 79 – Техника безопасности

3.20 Все подготовительные работы на станках с ЧПУ проводить в их обесточенном состоянии или в режиме «Наладка»:

- по установке и замене инструмента, приспособлений, патронов, заготовок и деталей и т.д.;

- по установке упоров «исходного состояния» и концевых выключателей;

- по регулировке механических узлов и систем смазки.

3.21 Не работать без ограждения вращающихся частей в рабочей зоне станка.

**ПРИ РАБОТЕ НА СТАНКАХ  
НЕОБХОДИМО ОПУСКАТЬ  
ЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН**



Рисунок 80 – Техника безопасности

3.22 Не вмешиваться в автоматический цикл работы станка с помощью переключателей, кнопок, других элементов на панелях управления станка, электронного устройства и другого оборудования кроме «Прекращения общего цикла».

3.23 При многостаночном обслуживании станков с ЧПУ требуйте обеспечения безопасных условий работы:

- следить за тем, чтобы зона обслуживания станков не была загромождена заготовкой, обработанными деталями, инструментом, приспособлениями, стеллажами и тумбочками, прочими предметами;

- следить за обеспечением надежной защиты от сходящей и отлетающей от режущего инструмента стружки и окалины, а также брызг и вытекания под ноги СОЖ;

- своевременно убирать зону обслуживания от стружки, не допускать нахождения её под ногами, периодически протирать арматуру и лампы местного освещения, следить за чистотой и порядком на рабочем месте.

3.24 В случае недостаточно отработанного технологического процесса обработки детали на станках с ЧПУ (частые поломки инструмента, колебания припусков на заготовках, трудности с настройкой, наладкой и настройкой станка и оборудования, выдерживания в процессе обработки операционных размеров и т.д.) заявить начальнику участка о невозможности многостаночного обслуживания.

3.25 Внимательно относится к сигналам, подаваемым с грузоподъемных устройств и движущегося транспорта, не находится под поднятым и движущимся грузом.

#### **4 Требования безопасности в аварийных ситуациях при работе на станке с ЧПУ:**

4.1 Принимать меры по вызову к месту аварии начальника участка и служб по принадлежности (пожарной, скорой, газовой, технической, и т.д.).

4.2 В случае урагана, землетрясения и других стихийных бедствий прекратить все работы, выключить оборудование, покинуть рабочее место и принять меры по собственному спасению.

4.3 При получении травмы во время аварии обратиться к врачу или попросить вызвать скорую помощь по телефону «103».

#### **5 Требования безопасности по окончании работы на станке с ЧПУ:**

5.1 Полностью выключить станки и оборудование.

5.2 Привести в порядок рабочее место:



## Токарю запрещается:

- удалять стружку со станка руками и выдувать ртом  
из отверстий и углублений

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**



Рисунок 81 – Техника безопасности

- убрать станок с ЧПУ от стружки, окалины и грязи;
- вытереть станок и другое оборудование.

5.3 Смазать все движущиеся части и механические узлы станка маслом. Обратить особое внимание на состояние направляющих, ходовых винтов, узлов смены инструмента, постоянно поддерживай их в чистоте.

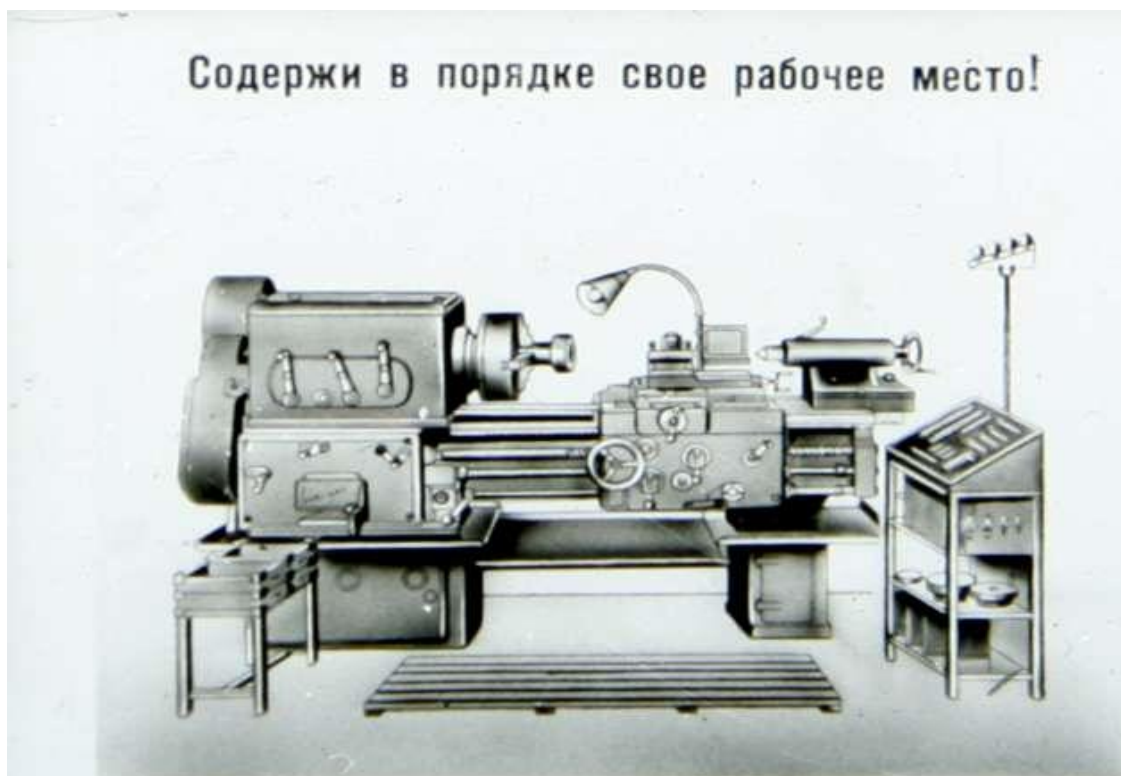


Рисунок 82 – Техника безопасности

5.4 Предупредить сменщика (при многосменном режиме работы) обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях станка и оборудования.

5.5 Снять рабочую одежду и обувь, убрать их в специально отведенное для них место, переодеться и переобуться в чистую одежду и обувь.

5.6 Выполнить индивидуальные требования по личной гигиене тела.

Контроль за выполнением настоящей инструкции возлагается на начальника участка и на лица, ответственные за обеспечение техники безопасности на данном предприятии.

## Учебное занятие 21

### Тема: «Сверлильно-расточные станки с ЧПУ»

Сверлильные и расточные станки с ЧПУ предназначены для обработки отверстий без применения разметки и кондукторов.

Применяемый инструмент:



Рисунок 83 – Сверла



Рисунок 84 – Зенкера



Рисунок 85 – Развертки



Рисунок 86 – Зенковки

расточные и другие инструменты во фланцах, плоскостных и корпусных деталях.

На этих станках возможна комплексная сверлильно-фрезерно-расточная обработка заготовок различной конфигурации и степени точности. Наша промышленность выпускает широкую номенклатуру станков данной группы, более высокую производительность которых получают за счет применения револьверных головок, снижения потерь времени на выверку положения инструмента, па измерения в процессе обработки, на перемещение подвижных органов станка при вспомогательных ходах и т. д

**Сверлильные станки с ЧПУ** выпускают в исполнениях:



Рисунок 87 – Вертикально-сверлильный станок



Рисунок 88 – Радиально-сверлильный координатный станок

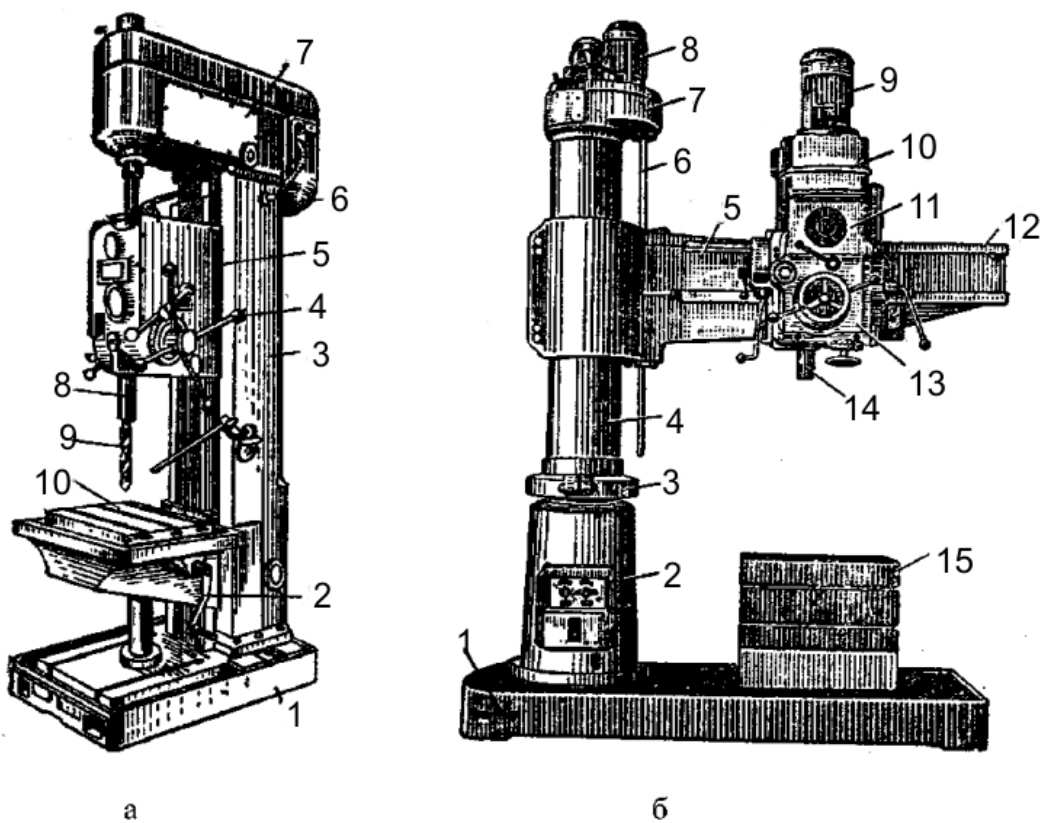


Рисунок 89 – Одношпиндельный вертикально-сверлильный станок

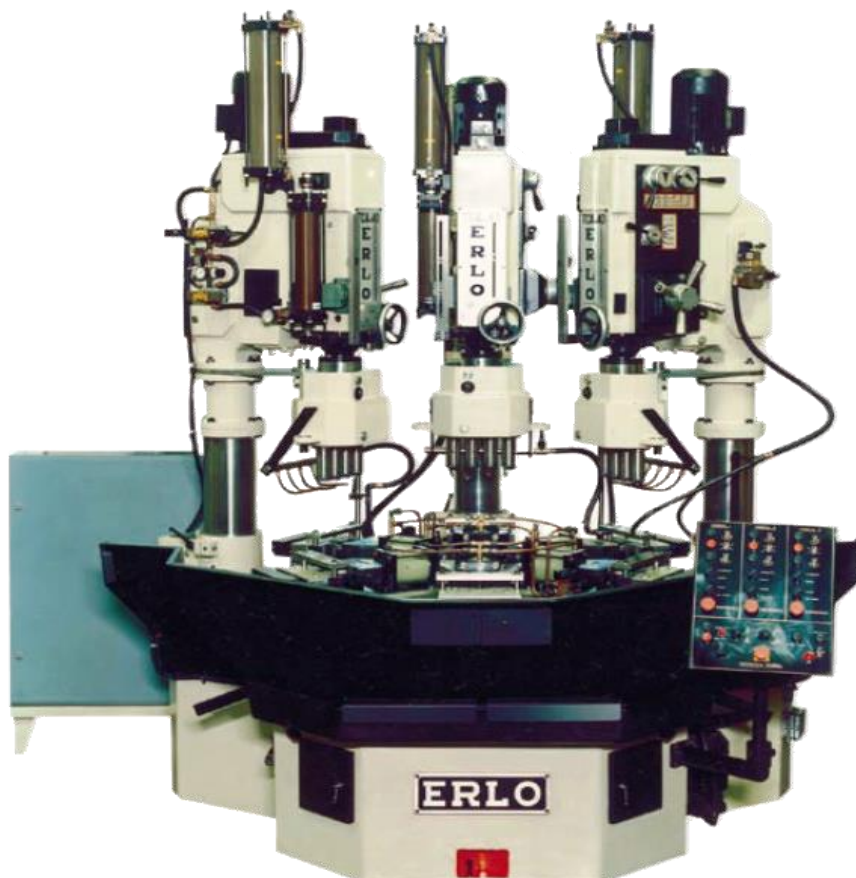


Рисунок 90 – Многошпиндельный сверлильный станок

Вертикально-сверлильные станки с крестовым столом (в исполнениях с револьверной головкой или без нее) и двухстоечные станки (в исполнении с револьверной головкой или без нее) производят для наибольшего условного диаметра сверления от 12 до 50 мм. Для получения отверстий больших диаметров применяют порталную компоновку.

Сверлильно-фрезерные станки выполняют с различной компоновкой:  
с крестовым столом, автоматической сменой инструментов и заготовок;  
с неподвижным столом, крестовым перемещением стойки, с автоматической сменой инструмента;

двухшпиндельные, с крестовым столом, с автоматической сменой инструмента.

На этих станках можно выполнять помимо сверлильно-резьбонарезных работ расточные и легкие фрезерные работы.

Радиально-сверлильные координатные станки выпускают для обработки крупных деталей. Координатные перемещения шпинделя осуществляются перемещением колонны на салазках вдоль плиты и шпиндельной головки по рукаву в поперечном направлении.

Сверлильные станки с ЧПУ конструктивно существенно изменились по сравнению со станками без ЧПУ той же группы. В связи с расширением круга работ, выполняемых на них, стирается грань между сверлильными, расточными, координатно-расточными и бесконсольно-фрезерными станками вертикальной компоновки. Станки выполняют более жесткими и точными, большинство станков имеет точность позиционирования подвижных механизмов  $\pm (0,025...0,05)$  мм. Устройства ЧПУ - позиционные, но при необходимости частого выполнения

фрезерных работ применяют и комбинированные устройства: позиционные и прямоугольные. Число управляемых координат (всего/из них одновременно управляемых) 3/2. Дискретность задания перемещений по осям координат 0,01 мм.

Крестовые столы вертикально-сверлильных и радиально-сверлильных станков устанавливают на опоры качения, перемещение салазок и стола осуществляется через передачи винт-гайка качения. Для привода крестовых столов используют обычно или электродвигатели постоянного тока, или шаговые двигатели с гидроусилителями крутящих моментов. Главный привод сверлильных станков строят в виде сочетания одно- или двухскоростного асинхронного электродвигателя с коробками скоростей. Большие диапазоны частот вращения и подач обеспечивают выбор оптимальных режимов резания. Управление перемещением инструмента по оси  $Z$  в станках первых поколений осуществлялось упорами с микропереключателями или набором программы на штекерных панелях (цикловое управление). В современных станках для этих целей используется перфолента. Сверлильные станки с ЧПУ оснащают поворотными, наклонными, маятниковыми столами, резьбонарезными патронами.

Многошпиндельные специальные станки для сверления печатных плат типа ОФ-101Ф2 используют в радиоэлектронной промышленности. На станке ОФ-101Ф2 обрабатывают заготовки диаметром 0,4...3,0 мм; частота вращения шпинделя 20 000...72 000 мин<sup>-1</sup>. В качестве приводов главного движения используют высокоскоростные электрошпиндели на аэростатических опорах. Применены быстродействующие приводы координатных перемещений. На станке можно обрабатывать пакет плат четырьмя шпинделями. Создается модификация станка с автоматической сменой инструмента.

## Учебное занятие 22

### Тема: «Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ. Техника безопасности»

Вертикально-сверлильные станки для сверления сквозных и глухих отверстий, зенкерования, зенкования, развертывания и нарезания резьбы метчиками.



Рисунок 91 – Вертикально-сверлильный станок



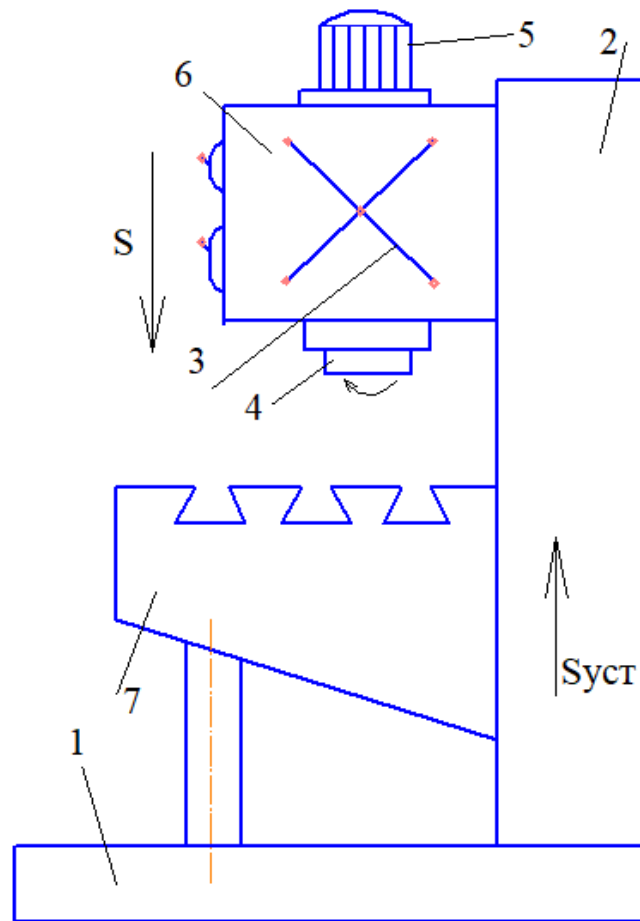


Рисунок 92 – Компоновка вертикально-сверлильного станка

На основании 1 установлена стойка 2, в верхней части которой, располагается сверлильная головка 6. В сверлильной головке находится коробка скоростей и коробка подач. Источником движения является электродвигатель 5. Инструмент устанавливается в шпиндель 4, он получает главное вращательное движение и вертикальную подачу. Подача может быть ручной или механической и выполняется рукояткой 3. Заготовка устанавливается на стол 7.

Сравним компоновку сверлильного станка с ручным управлением и аналогичного станка с ЧПУ.

Сверлильные станки оснащаются позиционным устройством ЧПУ. Рассмотрим вертикально-сверлильный станок на примере модели KSB 40 CNC.

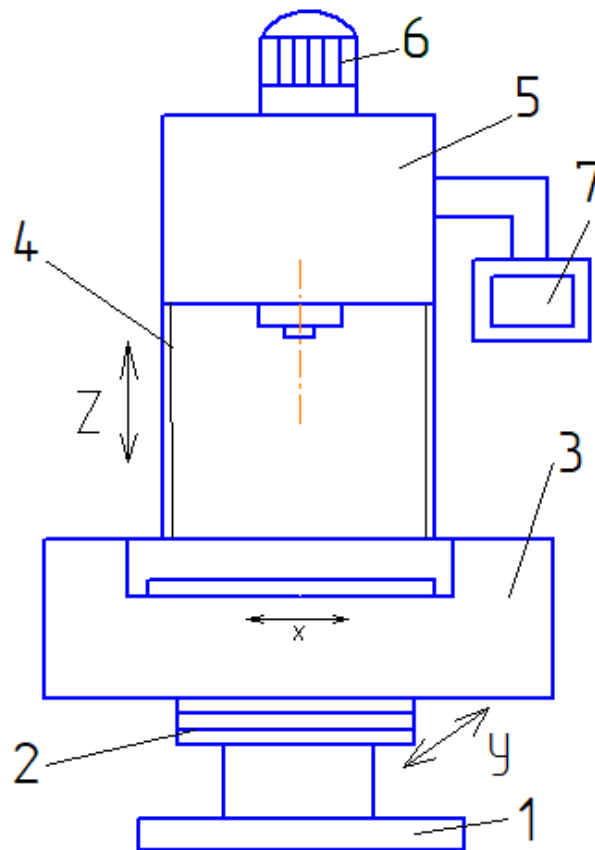


Рисунок 93 – Компоновка вертикально-сверлильного станка с ЧПУ

Станок оснащен жесткой литой станиной 1 изготовленной из серого чугуна. Направляющие станины имеют антифрикционное покрытие (антифрикционные покрытия– это смазочные материалы, подобные краскам, но содержащие вместо красящего пигмента высокодисперсные частицы твердых смазочных веществ, равномерно распределенных в смеси связующих веществ и растворителей) для уменьшения сил трения, по этим направляющим по координате  $Y$  перемещаются салазки 2. По направляющим салазок по оси  $X$  перемещается стол 3. Стол закрыт защищающим экраном. На стойке 4 находится сверлильная головка 5, в которой располагается коробка скоростей. Вращение шпиндель получает от электродвигателя 6 через коробку скоростей с ручным переключением. Станок оснащен устройством ЧПУ 7. Это устройство позволяет программировать перемещение рабочих органов по координатам  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и выполняет циклы глубокого сверления, нарезание резьбы и обработка отверстий, расположенных по окружности или по линиям. Некоторые сверлильные станки с ЧПУ оснащаются револьверной головкой, поворотом которой производится смена инструмента.

### **Инструкция по охране труда при работе на сверлильных станках**

#### *1 Общие положения.*

1.1 Работать только на станках, к которым имеется допуск, и выполнять работу, которая поручена.

1.2 Заметив нарушение инструкции другим рабочим, предупредить его о необходимости соблюдения требований по технике безопасности.

1.3 Нельзя работать на неисправном и не имеющем необходимых ограждений станке. Не производить ремонт и переделку станка самостоятельно.

1.4 Не разрешать уборщику убирать у станка во время его работы.

1.5 Запрещается работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами без резиновых напальчников.

1.6 Надежно и жестко закреплять обрабатываемую деталь.

1.7 Масса и габаритные размеры обрабатываемой детали должны соответствовать паспортным данным станка.

1.8 Каждый рабочий обязан:

а) требовать проведения инструктажа по технике безопасности до начала работы;

б) требовать, чтобы печатная инструкция о мерах безопасности при работе на данном станке находилась на рабочем месте.



Рисунок 94 – Техника безопасности при работе на сверлильных станках

## 2 Требования безопасности перед началом работы.

2.1 Обязательно пользоваться полагающейся спецодеждой, спецобувью и индивидуальными защитными средствами.

2.2 Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть или подвязать обшлага рукавов, надеть головной убор; женщины должны убрать волосы под косынку, повязанную без свисающих концов.

2.3 Перед каждым включением станка убедиться, что пуск станка никому не угрожает опасностью.

2.4 При обнаружении возможной опасности предупредить товарищей и немедленно сообщить администрации.

2.5 Проверить, хорошо ли убраны станок и рабочее место, выявить неполадки в работе станка и принять меры по их устранению.

2.6 Содержать в чистоте рабочее место в течение всего рабочего дня и не загромождать его деталями, заготовками, металлическими отходами, мусором и т. п.

2.7 Если пол скользкий (облит маслом, эмульсией), потребовать, чтобы его посыпали опилками, или сделать это самому.

2.8 Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена и свет не слепил глаза. Протереть арматуру и светильник. Пользоваться местным освещением напряжением выше 36 В запрещается.

2.9 О неисправности станка немедленно заявить мастеру. До устранения неисправности к работе не приступать.

2.10 Приготовить крючок для удаления стружки, ключи и другой необходимый инструмент. Не применять крючок с ручкой в виде петли.

2.11 Проверить наличие и исправность;

а) ограждений зубчатых колес, приводных ремней, валиков, приводов и пр., а также токоведущих частей

электрической аппаратуры (пускателей, рубильников, трансформаторов, кнопок);

б) заземляющих устройств;

в) режущего, измерительного, крепежного инструмента и приспособлений и разложить их в удобном для пользования порядке.

2.12 Проверить на холостом ходу станка:

а) исправность органов управления;

б) нет ли заеданий или излишней слабину в движущихся частях станка.

2.13 Разложить инструмент и приспособления в удобном для пользования порядке.

2.14 Пользоваться режущим инструментом, имеющим правильную заточку. Применение неисправного инструмента и приспособлений запрещается.

2.15 Запрещается охлаждать режущий инструмент мокрыми тряпками или щетками.

### *3 Требования безопасности во время работы.*

3.1 При всяком перерыве в подаче электроэнергии немедленно выключить электрооборудование станка.

3.2 Если на металлических частях станка обнаружено напряжение (ощущение тока), электродвигатель работает на две фазы (гудит), заземляющий провод оборван, остановить станок и немедленно доложить мастеру о неисправности электрооборудования

3.3 О всяком несчастном случае немедленно поставить в известность мастера, руководство и обратиться в медицинский пункт.

3.4 Не допускать на свое рабочее место лиц, не имеющих отношения к порученной работе. Без разрешения мастера не доверять свой работающий станок другому рабочему.

3.5 Не опираться на станок во время его работы и не позволять делать это другим.

3.6 Сосредоточить внимание на выполняемой работе, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры, не отвлекать других.

3.7 Строго выполнять все правила безопасности.

3.8 Не принимать пищу у станка.

3.9 Не оставлять свою одежду на рабочем месте.

3.10 Работать только исправным инструментом и приспособлениями и применять их строго по назначению.

3.11 Устанавливать и снимать режущий инструмент только после полного останова станка.

3.12 Во время работы станка не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметы, не подтягивать болты, гайки и другие соединительные детали станка.

3.13 Не удалять стружку от станка непосредственно руками и инструментом, пользоваться для этого специальными крючками и щетками-сметками.

3.14 Следить за своевременным удалением стружки с рабочего места и станка.

3.15 Остерегаться заусенцев на обрабатываемых деталях.

3.16 При возникновении вибрации остановить станок. Принять меры к устранению вибрации: проверить крепление инструмента и детали.

3.17 Обязательно остановить станок и выключить электродвигатель при:

а) уходе от станка даже на короткое время (если не поручено обслуживание двух или нескольких станков);

б) временном прекращении работы;

в) перерыве в подаче электроэнергии;

г) уборке, смазке, чистке станка;

д) обнаружении неисправности в оборудовании;

е) подтягивании болтов, гаек и других соединительных деталей станка;

ж) установке, измерении и съеме детали;

з) снятии и надевании ремней на шкивы станка.

3.18 Во время работы не наклоняться близко к шпинделю и режущему инструменту.

3.19 Установить обрабатываемый предмет правильно и надежно, чтобы была исключена возможность его вылета или каких-либо других нарушений технологического процесса во время хода станка.

3.20 Обрабатываемые детали, тиски и приспособления прочно и надежно закреплять на столе или фундаментной плите. Крепление производить специальными крепежными деталями: болтами, соответствующими пазу стола, прижимными планками, упорами и т. п.

3.21 Тиски должны быть исправными и насечка губок несработанной.

3.22 Установку деталей на станок и снятие их со станка производить в том случае, когда шпиндель с режущим инструментом находится в исходном положении.

3.23 При установке режущих инструментов внимательно следить за надежностью и прочностью их крепления и правильностью центровки. Установку инструментов производить при полном останове станка.

3.24 Не пользоваться инструментом с изношенными конусными хвостовиками. При установке в шпиндель сверла или развертки с конусным хвостовиком остерегаться пореза рук о режущую кромку инструмента.

3.25 В случае заедания инструмента, поломки хвостовика сверла, метчика или другого инструмента выключить станок.

3.26 Удерживать просверливаемую деталь руками запрещается. Мелкие детали, если отсутствуют подходящие крепежные приспособления, можно удерживать ручными тисками, клещами или плоскогубцами с параллельными губками только с разрешения мастера.

3.27 Запрещается производить сверление тонких пластинок, полос или других подобных деталей без крепления в специальных приспособлениях.

3.28 Если изделие поворачивается на столе вместе со сверлом, не пытаться придерживать его рукой, следует остановить станок, сделать нужное исправление или взять соответствующее приспособление. Крепить деталь на ходу станка запрещается.

3.29 При сверлении надеть защитные очки или применять предохранительный щиток из прозрачного материала для защиты от стружки.

3.30 При сверлении глубоких отверстий периодически выводить сверло из отверстия для удаления стружки.

3.31 Удалять стружку с просверливаемой детали и стола только тогда, когда инструмент остановлен.

3.32 При сверлении отверстий в вязких металлах применять спиральные сверла со стружкодробящими канавками.

3.33 При смене патрона или сверла пользоваться деревянной выколоткой.

3.34 Не останавливать выключенный станок нажимом руки на шпиндель или патрон. Не прикасаться к сверлу до полного останова станка.

3.35 Режущий инструмент подводить к обрабатываемой детали постепенно, плавно, без удара.

3.36 При ручной подаче сверла и при сверлении напроход или мелкими сверлами не нажимать сильно на рычаг. При автоматической подаче не допускать подач, превышающих указанные в паспорте нормы.

3.37 Перед остановом станка обязательно отвести инструмент от обрабатываемой детали.

#### *4 Требования безопасности по окончании работы.*

4.1 Выключить станок и электродвигатель.

4.2 Привести в порядок рабочее место: убрать со станка стружку, инструмент, приспособление, очистить станок от грязи, вытереть и смазать трущиеся части станка, аккуратно сложить готовые детали и заготовки.

4.3 Убрать инструмент в отведенные для этой цели места. Соблюдать чистоту и порядок в шкафчике для инструмента.

4.4 По окончании работы о замеченных дефектах станка, вентиляции и др., а также о принятых мерах по их устранению сообщить мастеру.

4.5 О всякой замеченной опасности немедленно заявить администрации.

4.6 Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом или принять душ.

4.7 Не мыть руки в масле, эмульсии, керосине и не вытирать их обтирочными материалами, загрязненными стружкой.

#### *5 Требования безопасности в аварийных ситуациях.*

5.1 При обнаружении неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, оснастки работу приостановить и принять меры к ее устранению. В случае невозможности или опасности устранения аварийной ситуации собственными силами сообщить мастеру.

5.2 При ремонте станка и пусковых устройств на станке должен быть вывешен плакат: «Не включать — ремонт».

5.3 При появлении отклонений от нормальной работы станка немедленно остановить станок и сообщить мастеру.

5.4 При поражении электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока, соблюдая требования электробезопасности, оказать доврачебную помощь и вызвать работника медицинской службы, поставить в известность руководство.

5.5 При возникновении пожара сообщить в пожарную охрану, руководству и приступить к тушению.

5.6 При заболевании, травмировании оказать доврачебную помощь, сообщить в медицинское учреждение и мастеру.

Тема: «Фрезерные станки с ЧПУ. Виды обработки, классификация»

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, фасонных поверхностей, уступов, пазов, прямых и винтовых канавок, шлицев на валах, нарезание зубчатых колес и т. д.

Основными формообразующими движениями фрезерных станков являются вращение фрезы (главное движение) и движение подачи, которое сообщают заготовке или фрезе.



Торцевая фреза



Концевая фреза



Дисковая фреза



Угловая фреза

Рисунок 95 – Виды фрез

Приводы главного движения и подачи выполняют отдельно. Вспомогательные движения, связанные с подводом и отводом заготовки к инструменту, механизированы и осуществляются от привода ускоренных перемещений.

Основные элементы механизмов станков унифицированы.

Основным параметром, характеризующим фрезерные станки общего назначения, является размер рабочей поверхности стола.

*Классификация фрезерных станков с ЧПУ*

Фрезерные станки могут быть классифицированы по различным признакам.

**По количеству управляемых осей (степеней свободы):**

1 Однокоординатные.

2 Двухкоординатные.



Ось шпинделя всегда является осью  $Z$  и направлена на инструмент. Оси  $X$  и  $Y$  – перпендикулярные направления перемещения режущего инструмента в плоскости стола. Оси  $A$ ,  $B$ ,  $C$  — это вращение вокруг осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Большее количество реализованных осей расширяет технологические возможности оборудования, но увеличивает сложность эксплуатации и программирования.

**По расположению шпинделя:**



Рисунок 96 – Вертикальный фрезерный станок



Рисунок 97 – Горизонтальный фрезерный станок

Наиболее широко применяются вертикальные станки. На горизонтальных обрабатывающих центрах обрабатываются, в основном, крупногабаритные корпусные детали. Их преимуществом является более удобная обработка с нескольких сторон и облегчение проблемы с удалением стружки из рабочей зоны (она естественным образом падает вниз).

**По типу стола:**

1 С неподвижным столом

2 С подвижным столом

Наиболее распространенной является компоновка станка, где оси X и Y реализованы перемещением стола относительно шпинделя. Для обработки крупногабаритных деталей и для улучшения обзора рабочей зоны изготавливают станки, где стол неподвижен, а вся шпиндельная бабка перемещается относительно него

**Многокоординатные станки различаются по способу реализации 4, 5 и более осей:**

1 С поворотным столом

2 С поворотной головкой

3 Комбинированные.

При наличии приводов и соответствующей системы ЧПУ фрезерный станок может быть дополнен накладным столом, в котором реализованы одна или две дополнительные круговые оси. Главным недостатком этого решения является уменьшение рабочей зоны станка. В общем случае поворотный стол может быть встроенным изначально. Более крупные станки оснащают поворотной головкой, которая имеет 1 или 2 степени свободы и может работать как с индексированием, так и в режиме непрерывного управления.

## Учебное занятие 26

### Тема: «Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ. Наладка фрезерного станка»

Вертикально-фрезерные станки бывают:



Рисунок 98 – Консольный вертикально-фрезерный станок



Рисунок 99 – бесконсольный вертикально-фрезерный станок

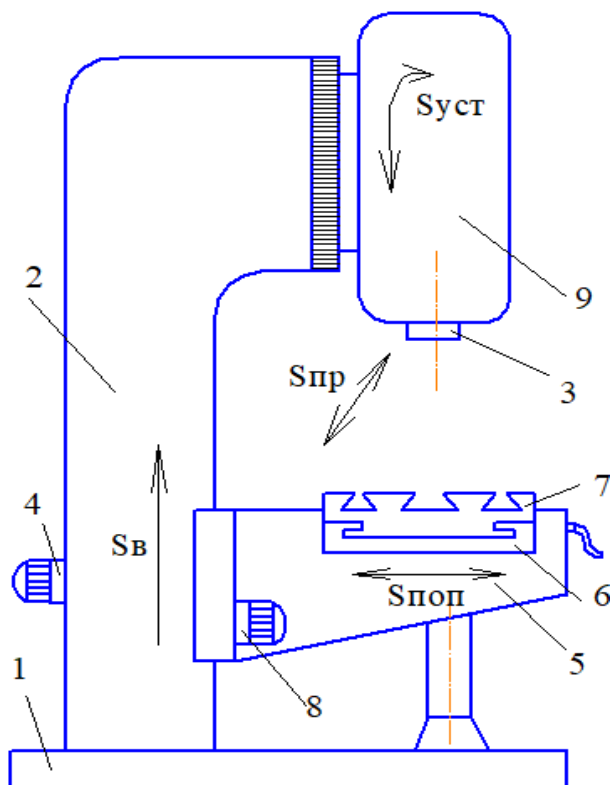


Рисунок 100 – Компоновка консольного вертикально-фрезерного станка

На плите 1 находится стойка 2. На стойке расположена фрезерная головка 9 с вертикальной осью вращения шпинделя 3. Фрезерная головка может поворачиваться относительно стойки на определенный угол влево или вправо для обработки наклонных поверхностей. Шпиндель 3 получает вращение от электродвигателя 4 через коробку скоростей. По вертикальным направляющим стойки перемещается консоль 5 с подачей  $S_{в}$ . По консоли в поперечном направлении перемещаются салазки 6 с подачей  $S_{поп}$ , а по направляющим салазок в продольном направлении перемещается стол 7 с подачей  $S_{пр}$ . На столе устанавливается заготовка, устанавливается непосредственно на стол или в тисках. Подача консоли, салазок и стола осуществляется от электродвигателя 8 через коробку подач, которая размещена внутри консоли.

## Консольные вертикально-фрезерные станки с ЧПУ

По компоновке станки с ЧПУ не отличаются от станков с ручным управлением.

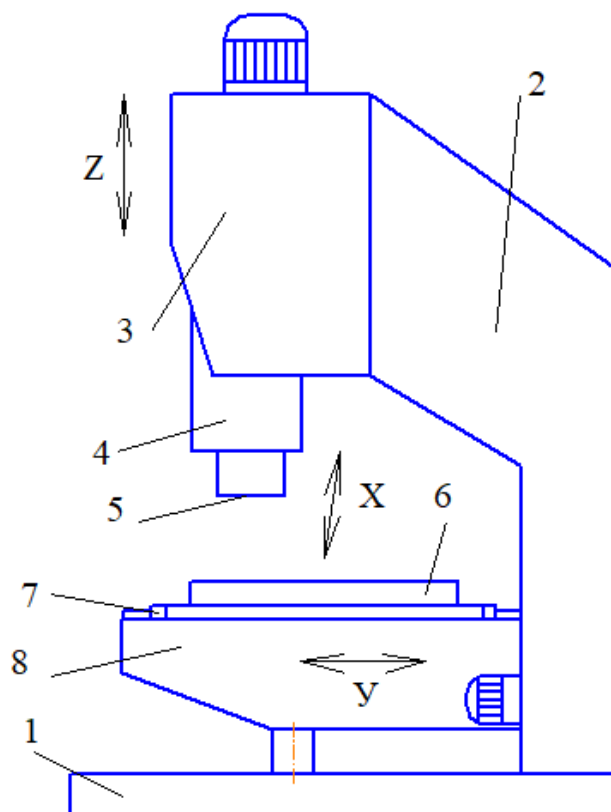


Рисунок 101– Компоновка консольного вертикально-фрезерного станка с ЧПУ

На основании 1 установлена стойка 2, в которой располагается привод главного движения. На станине находится шпиндельная бабка 3, в которой располагается привод вертикальных подач ползуна 4 со шпинделем 5. Шпиндель получает главное вращательное движение и перемещается по оси Z. Заготовка устанавливается на стол 6, который перемещается по оси X а салазки 7 перемещаются по оси Y. Приводы подач станка имеют короткую кинематическую цепь, благодаря использованию регулировки движения. Каждое движение на станке имеет свой независимый привод. Консоль 8 перемещается по направляющим в продольном направлении.

Станки оснащены контурными системами ЧПУ, которые позволяют производить различные сверлильные и фрезерные операции и фасонную обработку, программировать заданные режимы резания, перемещать по осям координат x, y, z и различные циклы фрезерования.

### Наладка фрезерных станков с ЧПУ

*Наладочный режим.* Этим термином определяется комплекс требований, обязательных к выполнению при управлении автоматами и полуавтоматами в процессе наладки фрезерных станков с ЧПУ. Основные из них следующие: ручное раздельное включение в работу механизмов и РО станка; ручное или покадровое движение; ручная проверка взаимодействий по всему автоматическому циклу;

использование управления с пультов только через органы (кнопки, тумблеры, переключатели и т. д.), разрешенные в наладке.

Состав и последовательность работ по наладке фрезерных станков с ЧПУ должны соблюдаться в таком порядке:

- комплектование (получение) инструментов и другой технологической оснастки;
- сравнение диаметров (радиусов) и длин режущих инструментов с их расчетными значениями;
- определение значений коррекций, связанных с размерами инструментов, запись их по видам коррекций и номерам корректоров;
- зарядка считывающего устройства;
- ориентирование и установка приспособлений и заготовки в соответствии с координатами исходной точки (ИТ);
- установка инструмента;
- ввод коррекции;
- опытная обработка заготовки (заготовок при многопозиционной обработке) в автоматическом режиме.

### **Техника безопасности при работе на фрезерных станках с ЧПУ**

#### *Подготовка к работе*

Перед началом эксплуатации оборудования необходимо правильно организовать рабочее место, которое должно:

- обеспечивать достаточную свободную площадь (как минимум двукратно превышающую габаритную площадь станка);
- иметь негорючее покрытие стен и потолка;
- иметь твёрдый, ровный пол (для исключения усиления вибраций и возникновения резонанса при работе оборудования) с возможностью надёжного закрепления оборудования, в том числе устанавливаемого на подпорный фундамент;
- обеспечивать негорючее покрытие пола;
- обеспечивать достаточную освещённость рабочей области и контрольно-измерительных приборов (в их числе — ПК, если он используется для управления фрезерным станком);
- обеспечивать возможность подключения к инженерным сетям (электрическим, гидравлическим, пневматическим и пр.) с параметрами, соответствующими требованиям оборудования.

Прежде чем включать фрезерный станок необходимо убедиться в его общей исправности, визуально проверить наличие (правильное подключение/закрепление) всех элементов, а также их корректное расположение — они должны находиться в исходной позиции. Необходимо проверить наличие/качество смазки (прежде всего — на направляющих инструментального портала, а также других узлах трения).

Следует обеспечить наличие режущего инструмента, необходимого для предстоящего технологического процесса, а также убедиться в нормальном состоянии фрез. Крепление фрезы в патроне шпинделя осуществляется следующим образом:

- фреза нужного типа вставляется в цангу соответствующего диаметра;
- цанга вставляется в цанговый патрон;
- патрон закрепляется в «конусе» шпинделя поджатием гайки (рекомендуется использовать инструмент из комплекта поставки станка!).

\* Для извлечения фрезы вышеуказанная последовательность повторяется в обратном порядке. Ряд шпинделей имеют механизм «выброса» — для облегчения извлечения фрезы из цанги, гайку шпинделя следует выкручивать до упора.

До момента включения станка необходимо убедиться в свободном вращении шпинделя (проверив его от руки). Эту операцию можно проводить только при нахождении инструментального портала в крайнем верхнем положении — во избежание повреждения фрезы при контакте с конструктивными элементами станка. Также следует проверить систему охлаждения шпинделя и её вспомогательные агрегаты (воздушный, водяной насосы, состояние фильтров). При водяном охлаждении — проконтролировать наличие/уровень жидкости.

Необходимо подготовить требуемое количество материалов (заготовок), подходящих для обработки на данном станке (прежде всего, по твёрдости материала и по габаритным размерам). Следует внимательно проверять надёжность закрепления материалов на рабочем столе.

По окончании подготовительных операций необходимо запустить станок без нагрузки («вхолостую») и проверить работоспособность/свободное движение его агрегатов. В некоторых системах ЧПУ предусмотрена функция самотестирования — перед началом обработки рекомендуется запускать её.



Рисунок 102 – Техника безопасности при работе на станках фрезерной группы

### В процессе фрезерования

К работе на оборудовании должны допускаться лица, прошедшие соответствующее обучение и инструктаж. Оператору станка необходимо чётко представлять технологический процесс и последовательность операций по обработке заготовок, а также возможности фрезерного оборудования (для этого необходимо также иметь всю документацию станка в непосредственной близости к рабочему месту).

Персоналу следует работать в плотно облегающей одежде из материала, податливого на разрыв (для снижения риска «затягивания» одежды вращающимися частями станка). При работе на оборудовании оператору следует использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, очки, амортизирующая нескользящая обувь, наушники, респиратор). Все модели фрезерных станков оборудованы легкодоступной и хорошо заметной кнопкой аварийного останова. При возникновении посторонних стуков, шумов, неправильного поведения станка в процессе работы следует немедленно остановить работу!



### *После окончания работы*

Прежде всего, следует отключить электропитание станка. Тщательно очистить рабочий стол от стружки и пыли при помощи специальной щётки (обычно прилагаемой к станку в комплекте поставки). Также необходимо удалить стружку, остатки заготовок и прочий мусор с пола — вокруг и вблизи станка. Необходимо всегда убирать готовые изделия, инструмент и другие рабочие материалы после завершения обработки. Регулярно (не реже одного раза в неделю) следует производить очистку потолка и стен помещения от пыли при помощи промышленного пылесоса. Не допускается размещение (складирование) остатков стружки в производственном помещении и вблизи оборудования!

После очистки станка необходимо проверить состояние смазочного слоя в узлах трения. Ни в коем случае нельзя допускать накопление пыли на смазанных деталях — в этом случае смазку необходимо заменять. При эксплуатации станка с водяным охлаждением (а также системой СОЖ) после завершения работы необходимо проверять свободную проходимость водяных магистралей и в случае необходимости — продувать их.

### Тема: «Многоцелевые станки с ЧПУ. Назначение, особенности компоновки системы ЧПУ многоцелевых станков»

**Многоцелевым станком** называется станок с ЧПУ, обеспечивающий комплексную обработку сложных деталей с разных сторон без их перебазирования и, как правило, имеющий автоматическую смену инструмента. Эти станки выпускают для обработки корпусных заготовок и типа тел вращения. Рассмотрим многоцелевые станки для обработки корпусных заготовок. На них можно сверлить, зенкеровать, развертывать, растачивать, нарезать резьбу, фрезеровать плоские поверхности и контуры.



Рисунок 103 – Общий вид многоцелевого станка

**Точностные характеристики станков** обеспечивают предварительную и финишную обработку. Станки выпускают классов точности П и В.

На МС производят, как правило, окончательную обработку деталей. Точность ряда МС соответствует точности координатно-расточных станков: точность отверстий после растачивания соответствует 6 – 7 качеству; шероховатость обработанной поверхности  $Ra=1 - 2$  мкм.

По назначению **многоцелевые станки** делятся на две группы:

- для обработки заготовок корпусных и плоских деталей
- для обработки заготовок деталей типа тел вращения.

В первом случае для обработки используют **многоцелевые станки** сверлильно-фрезерно-расточной группы, а во втором-токарной и шлифовальной групп.

## Компоновка многоцелевых станков

Различают станки вертикальной и горизонтальной компоновки.

*Вертикальные многоцелевые станки* предназначены для обработки крупных заготовок или заготовок, обрабатываемых с одной стороны. При использовании многопозиционных и поворотных приспособлений можно вести обработку заготовок с нескольких сторон. Этому способствуют и автоматически сменяемые головки с различным расположением шпинделей. Станки выполняют по типу вертикальных консольно и бесконсольно-фрезерных и продольно-фрезерных станков; одностоечных и двухстоечных координатно-расточных станков. В этой группе чаще всего используют крестовый стол, а вертикально перемещается шпиндельная бабка. Вертикальную компоновку имеют станки 243ВМФ2, 6560МФ3, 2254ВМФ4 и др.



Рисунок 104 – Вертикальный многоцелевой станок

*Горизонтальные многоцелевые станки* предназначены для обработки заготовок с двух-четырёх, а иногда и пяти сторон, в последнем случае шпиндельные головки имеют поворот вокруг вертикальной и горизонтальной оси. Станки изготавливают по типу горизонтальных консольно-фрезерных и горизонтально-расточных. Наиболее распространены станки, имеющие крестовый поворотный стол и вертикально перемещающуюся шпиндельную бабку. Применяют компоновки с неподвижной стойкой и крестовым столом, перемещающимся в двух взаимно перпендикулярных направлениях; с продольно-подвижной стойкой и столом, имеющим поперечное перемещение; с поперечно-

подвижной стойкой и продольно-подвижным столом и др. Горизонтальную компоновку имеют станки 6305Ф4, 6904ВФ4, ИР500МФ4 и др.



Рисунок 105 – Горизонтальный многоцелевой станок

Токарно-сверлильные, токарно-сверлильно-фрезерные многоцелевые станки близки по компоновке к токарным станкам и имеют главное движение - вращение заготовки. Широко применяют при проектировании многоцелевых станков принцип агрегатирования.

Производительность многоцелевых станков в 3-8 раз выше, чем универсальных станков. Это происходит за счет резкого сокращения вспомогательного времени и тем самым увеличения доли машинного времени до 60-75 % в общем цикле обработки.

Вспомогательное время уменьшается благодаря автоматической смене инструмента, высокой скорости позиционирования рабочих органов станка на вспомогательных ходах (до 15 м/мин), сокращению времени пуска-останова и реверсирования при применении высокомоментных малоинерционных двигателей постоянного тока, наладке инструмента на размер вне станка, исключению контрольных операций и т. д. В современных станках время переналадки еще более уменьшается вследствие применения сменных инструментальных магазинов с заранее налаженным на размер режущим инструментом.

## Учебное занятие 31

### Тема: «Механизмы автоматической смены инструмента. Магазины, кодирование инструмента»

**Механизмы автоматической смены инструмента** должны обеспечить стабильное точное, жесткое и надежное положение инструмента, а также минимальное время его смены. По конструктивному и компоновочному исполнению их делят на три группы:

- 1) с заменой всего шпиндельного устройства (револьверные шпиндельные головки, магазины шпиндельных гильз);
- 2) со сменой инструмента в одном шпинделе (инструментальные магазины);
- 3) комбинированные (магазин в сочетании с револьверной головкой или автоматическая и ручная смена).

*Револьверные шпиндельные головки* наиболее просты и компактны. Головки размещаются обычно на шпиндельной бабке станка. Время смены инструментов 1-3 с.

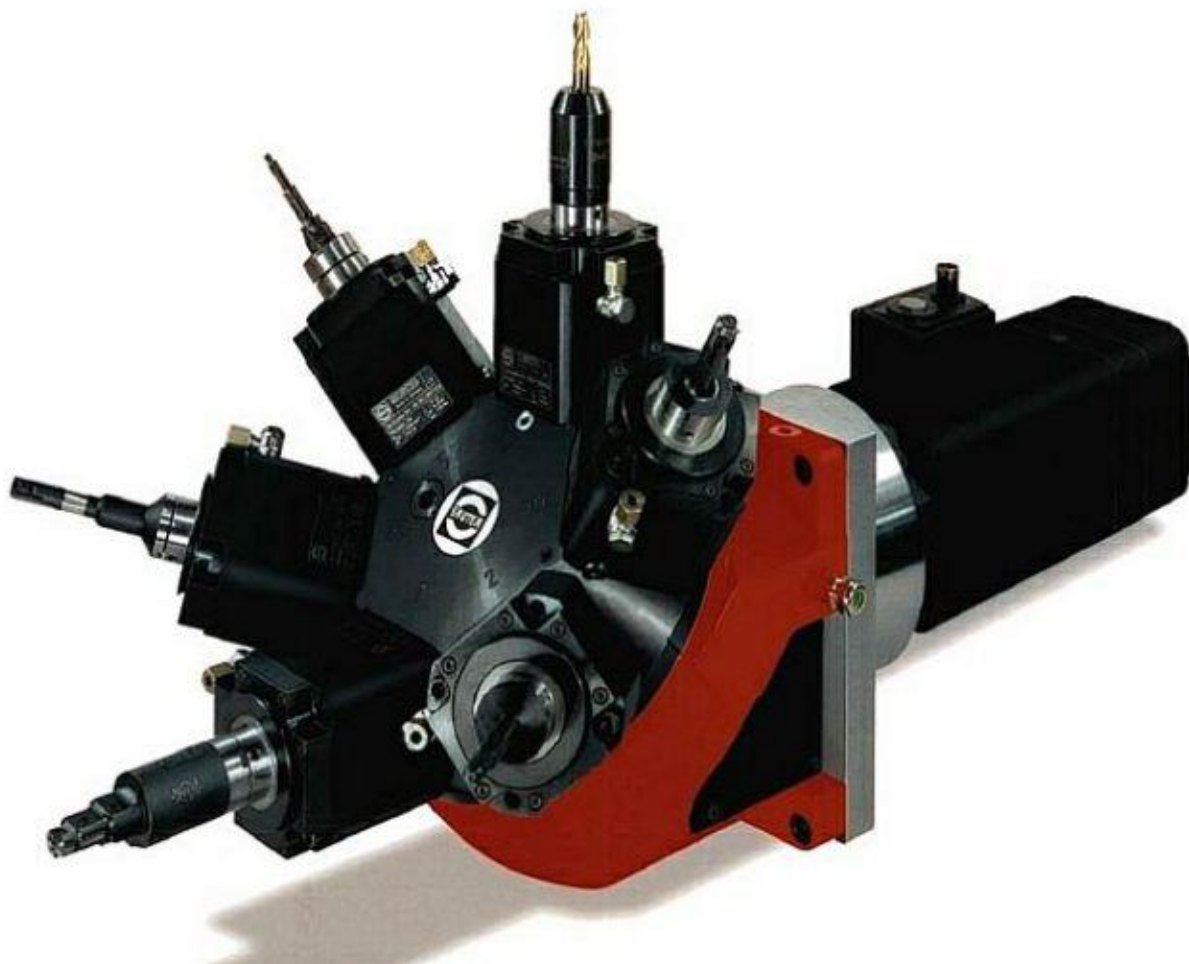


Рисунок 106 – Револьверная шпиндельная головка

*Магазины шпиндельных гильз* бывают барабанного и линейного типа. Гильзы 1 (рисунок 107) поочередно занимают рабочее положение 4, при этом шпиндель 2 соединяется с приводом главного движения, а гильза шпинделя с приводом подачи. В магазине устанавливается 15-20 гильз, в которых можно монтировать шпиндели

разной конструкции для легких и тяжелых работ. Главный привод обеспечивает необходимую частоту вращения различных инструментов 3.

Недостаток такого способа смены инструмента - громоздкость и высокая стоимость конструкции; преимущество - достаточная жесткость шпиндельного устройства и надежность его закрепления.

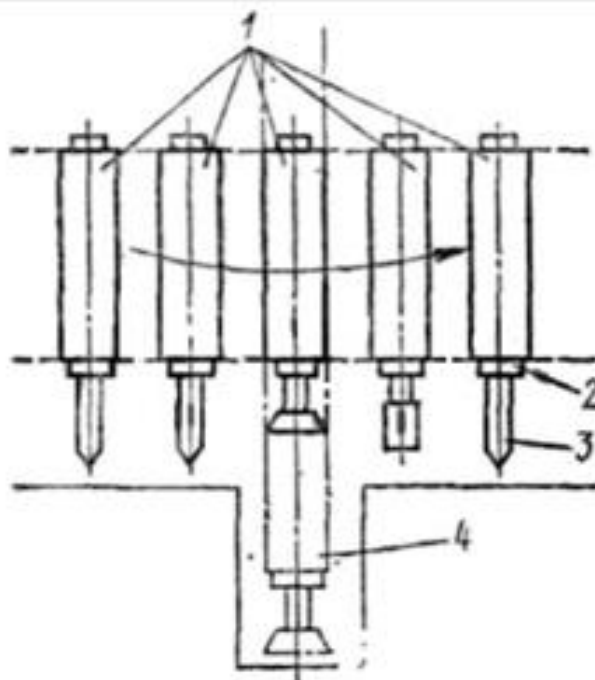


Рисунок 107 – Магазин шпиндельных гильз

Наиболее распространены многоцелевые станки со сменой инструмента в одном шпинделе. Механизм смены инструмента в этом случае в общем виде состоит из инструментального магазина, автооператора для переноса инструментов от магазина в шпиндель и обратно и транспортного устройства для передачи инструмента из магазина к автооператору.

Магазины могут быть установлены на шпиндельной головке, на колонне, на столе и за пределами станка. При расположении магазина на столе станка уменьшается полезная площадь стола, увеличиваются затраты времени на смену инструмента, поэтому такой способ установки магазина не получил распространения.

Значительно упрощается загрузка и транспортирование инструмента из магазина в шпиндель при установке магазина 2 на шпиндельную головку 1 (рисунок 108, а). Револьверный магазин, вращаясь, подводит необходимый инструмент до совпадения его оси с осью шпинделя (рисунок 108, б). Гильза шпинделя 2 захватывает оправку с инструментом 3, выносит ее из магазина 1 и, продвигаясь дальше, осуществляет рабочий цикл. При обратном ходе оправка остается в магазине, а шпиндель уходит вверх, чтобы не мешать повороту револьверного магазина. Автооператор здесь не нужен. По сравнению с револьверными головками такие магазины имеют более мощный шпиндель и больший рабочий ход инструмента, но вместимость револьверных магазинов ограничена.

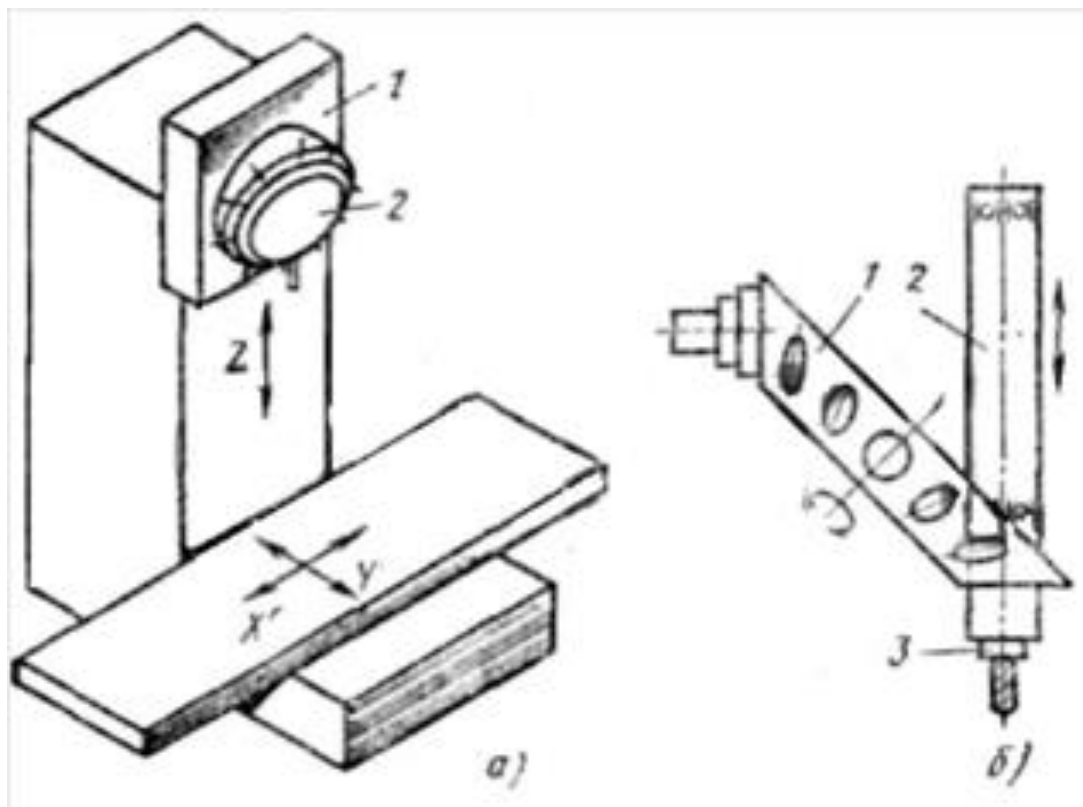


Рисунок 108 – Многоцелевой станок с револьверным магазином

Этих недостатков лишены магазины, расположенные на колонне станка или вне его. Но при таком исполнении усложняется все устройство смены, появляется необходимость в автооператорах, транспортных средствах для подвода инструмента, увеличивается время его смены. Вместимость магазинов, удаленных от рабочей зоны, составляет 12-120 инструментов. Необходимая вместимость магазина определяется из анализа технологического процесса деталей, которые будут обрабатываться на данном многоцелевом станке: вместимость магазина зависит также от размеров инструментов (прежде всего от их диаметра), которые могут быть помещены в магазине. Оптимальной считают вместимость магазина в 30 инструментов.

Магазины 1 выполняют *дисковыми* (рис. 109 а, б), *барабанными* (рис. 109, в), *цепными* (рис. 109, г), *планетарными* (рис. 109, д).

Инструмент 2 в таких магазинах может располагаться параллельно, радиально или наклонно к оси вращения магазина. При выборе типа механизма смены инструмента учитывают следующее. При малом числе инструментов (до 8 шт.) и невысокой точности обработки можно применять револьверную головку, при большей точности обработки необходимо использовать револьверный магазин. При требуемом числе инструментов 30-40 шт. применяют дисковые или барабанные магазины, при увеличении инструментов до 100 шт. и больше чаще всего устанавливают цепной магазин.

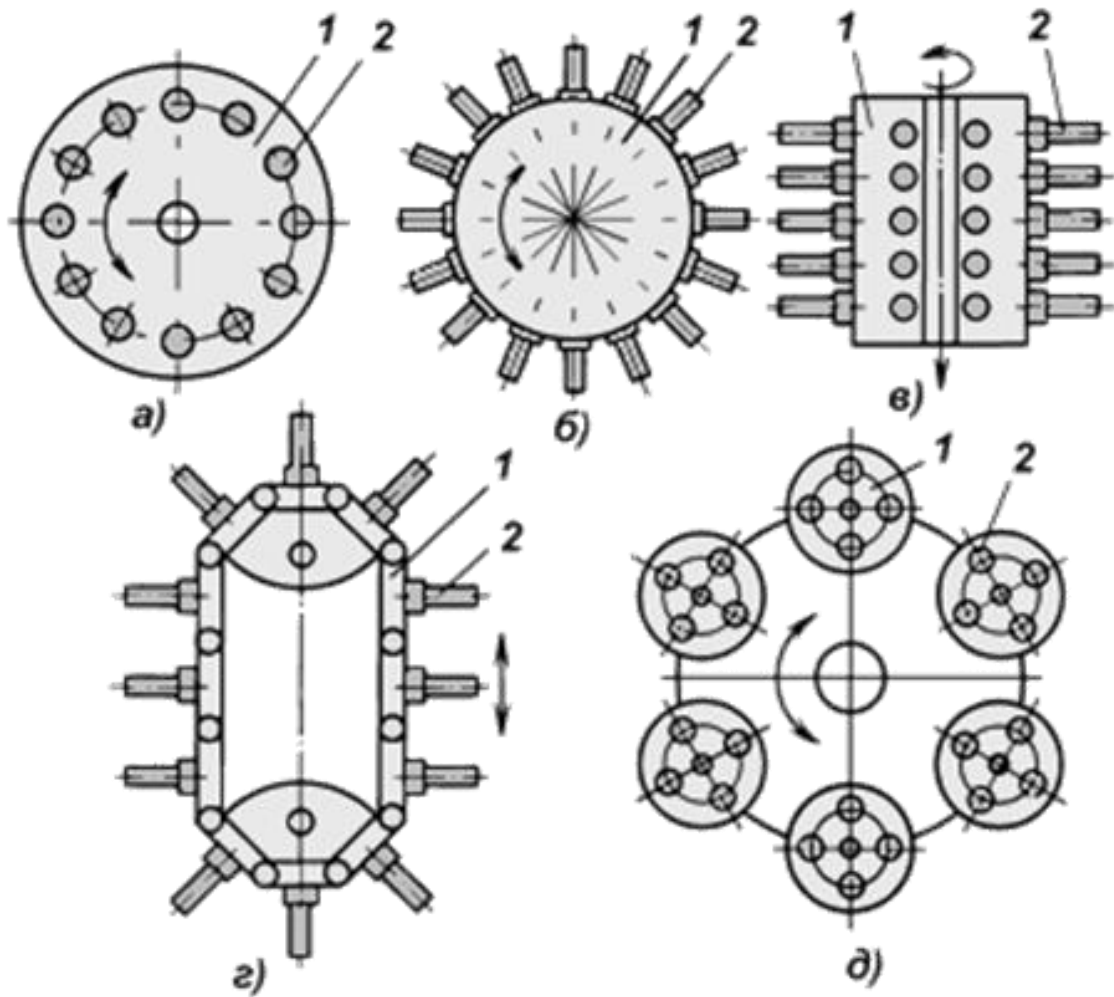


Рисунок 109 – Инструментальные магазины



## Учебное занятие 32

### Тема: «Многоцелевой станок с ЧПУ. Назначение. Основные узлы, техническая характеристика, оси координат, кинематика. Станок ИР500ПМФ4»

Станок ИР500ПМФ4 предназначен для обработки контурных деталей (сверление, зенкерование, растачивание, фрезерование, нарезание резьбы и др.).



Рисунок 110 – Многоцелевой станок модели ИР500ПМФ4

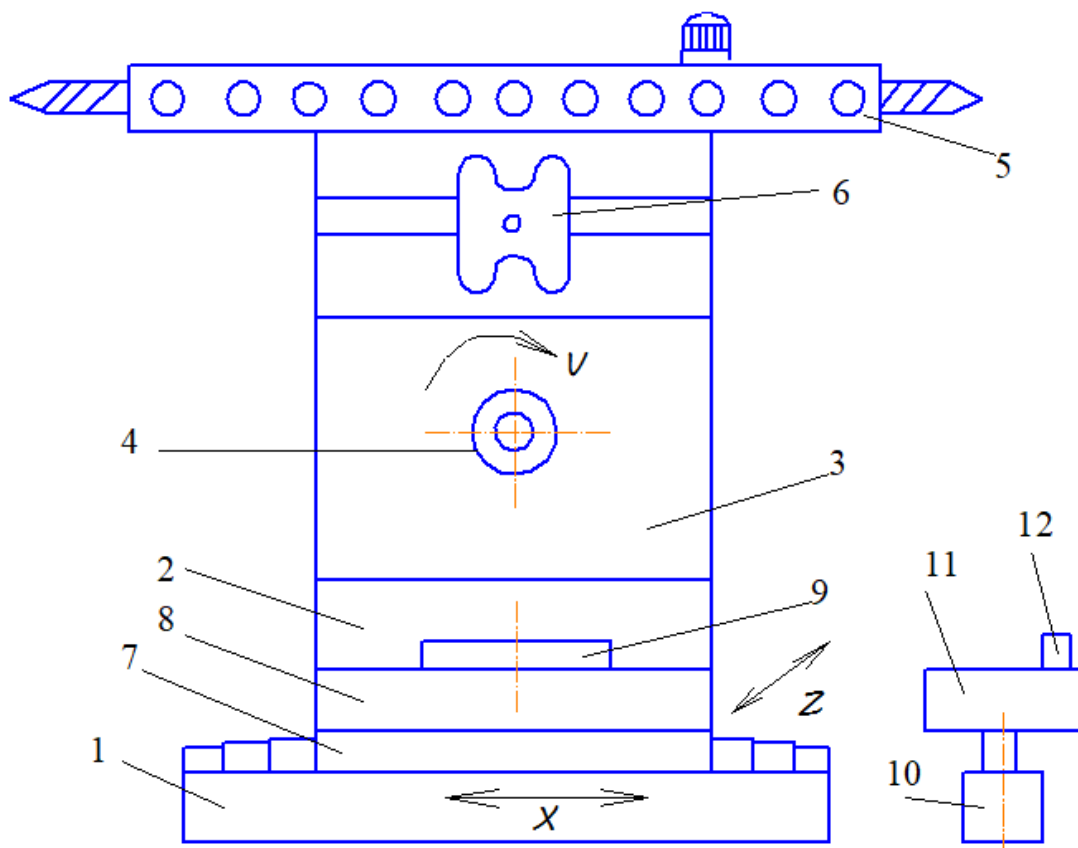


Рисунок 111 – Компоновка многоцелевого станка IP500ПМФ4

На станине 1 установлена стойка 2, на которой расположен шпиндельный узел 3 со шпинделем 4. В шпиндель устанавливается инструмент и получает главное вращательное движение, это движение обеспечивается двигателем с двухступенчатой коробкой скоростей. Частота вращения от 21-4500 об/мин. Стойка 2 перемещается по направляющим станины по оси z. По оси x перемещаются салазки 7. На салазках расположен поворотный стол 8 для установки заготовок. Заготовка на стол устанавливается при помощи плит-спутников 9. По оси y перемещается шпиндельная бабка 3 по направляющим стойки. Приводами всех подач является электродвигатель постоянного тока с шарико-винтовыми передачами.

В верхней части стойки станка находится инструментальный магазин 5. Его вместительность составляет 30 инструментов. Смена инструментов выполняется автооператором 6.

Смена инструмента осуществляется в следующей последовательности: автооператор перемещается в верхнее положение и захватывает инструмент, установленный в магазине, после этого шпиндельная бабка поднимается вверх и вводит в захват автооператора отработанный инструмент. Автооператор выдвигается в осевом направлении и извлекает оба инструмента. Магазин 5 поворачивает и выводит загрузочное гнездо для отработанного инструмента, автооператор разворачивается на  $180^\circ$  и обратным осевым движением устанавливает отработанный инструмент в магазин, а новый инструмент – в шпиндель станка, после этого шпиндельная бабка уходит на обработку детали, а автооператор смещается вниз, освобождая отработанный инструмент.

Справа от станка установлена тумба 10 с поворотной плитой 11, в то время, когда идет обработка детали, установленной на плите-спутнике 9, оператор

устанавливает заготовку на паллете 12. По окончании обработки салазки 7 сдвигаются вправо, и плита 9 смещается на поворотную плиту 11. Поворотная плита разворачивается на 180° и паллета 12 поступает на поворотный стол и уходит на обработку.

### **Техническая характеристика станка ИР500ПМФ4 с ЧПУ**

- размеры рабочей поверхности плиты-спутника (длина x ширина), мм	500x500;
- максимальный диаметр растачиваемого отверстия, мм	125;
- максимальный диаметр сверления, мм	40;
- вместимость магазина (инструментов)	30;
- число частот вращения шпинделя	89;
- пределы частот вращения шпинделя, мин-1	21-3000;
- пределы подач стола, шпиндельной бабки, стойки (бесступенчатое регулирование) мм/мин	1-2000;
- скорости быстрых перемещений подвижных механизмов до 10 000 мм/мин;	
- габаритные размеры станка, мм	6000x3750x3100.

### **Кинематика многоцелевого станка ИР500ПМФ4**

*Главное движение* шпиндель III получает от регулируемого электродвигателя постоянного тока М1 ( $N = 14$  кВт,  $n = 1000$  мин<sup>-1</sup>) через двухступенчатую коробку скоростей (рисунок 112). Изменение частоты вращения шпинделя производится в пределах 1000-3150 мин<sup>-1</sup> при постоянной мощности и 21 - 1000 мин<sup>-1</sup> при постоянном моменте. Блок Б1 переключается гидравлически. С блока зубчатых колес  $z = 33$ ,  $z = 66$  крутящий момент на шпиндель передается через зубчатую муфту, таким образом шпиндель полностью разгружен от изгибающих сил, возникающих от приводных колес. Зажим инструмента происходит от тарельчатых пружин, отжим – гидроцилиндром. Для того чтобы пазы оправки и шпинделя для шпонок совпадали, нужно шпиндель и оправку предварительно сориентировать. Для этого в станке имеется механизм угловой ориентации (рис. 2). При подаче масла в бесштоковую полость гидроцилиндра 1 происходит фиксация шпинделя, при этом шток через рычаг 7 прижимает ролик 8 к диску ориентации 9, жестко связанному со шпинделем. В положении, указанном на схеме, планка 2 заставляет сработать бесконтактный выключатель 3, обеспечивающий снижение скорости вращения и остановку шпинделя. При попадании ролика 8 в паз диска 9 происходит фиксация диска и шпинделя в определенном угловом положении. Для расфиксации масло из левой полости цилиндра сливается и поршень со штоком перемещаются влево пружиной 6. Конечные выключатели 4 и 5 контролируют фиксацию и расфиксацию шпинделя.

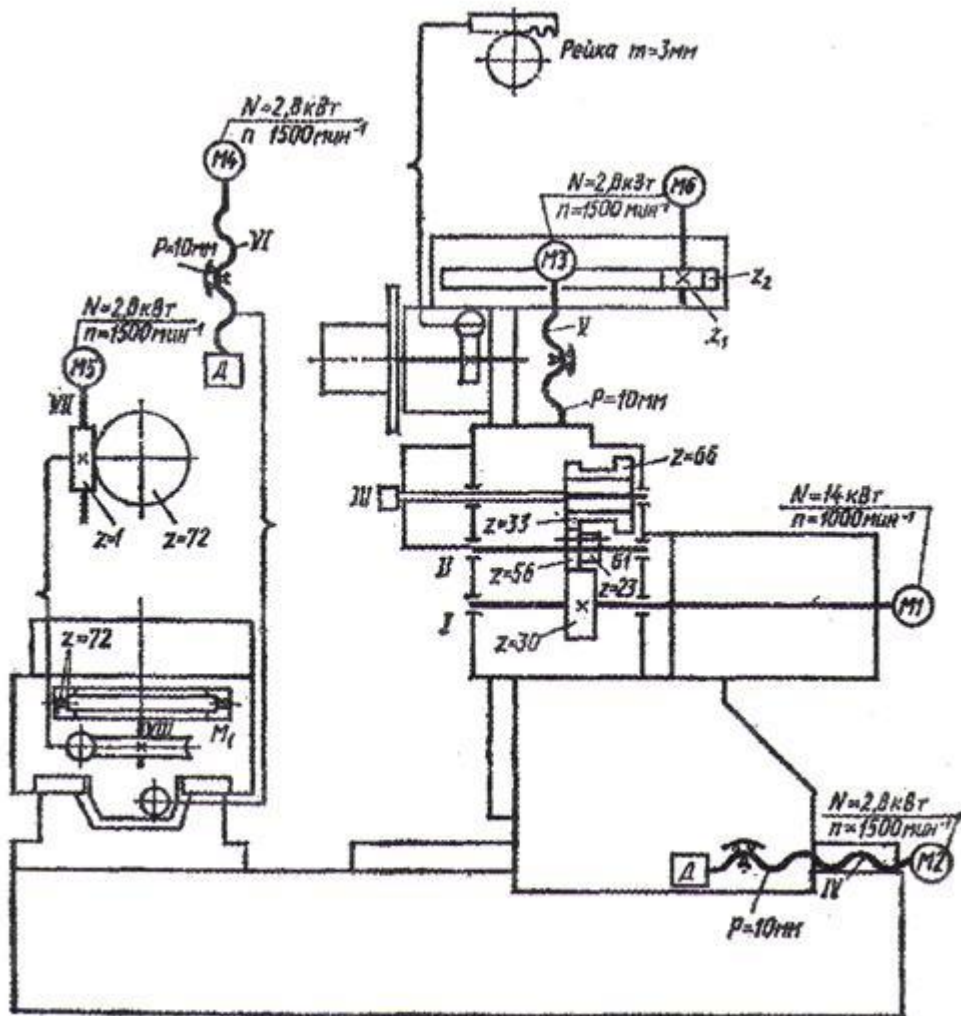


Рисунок 112 – Кинематическая схема многоцелевого станка ИР500ПМФ4

### Тема: «Шлифовальные станки с ЧПУ. Назначение шлифования, абразивный инструмент»

Термин «шлифование» пришел в русский язык из польского. По сути же данный вид обработки является резанием, только срезается материал абразивными кругами.

Абразивные круги представляют из себя пористые тела, структура которых состоит из огромной массы мелких минеральных образований – зерен. Между собой зерна соединены так называемой связкой. При взаимодействии с поверхностью металла абразивный круг острыми гранями отдельных зерен снимает тонкий слой и за счет равномерного воздействия оставляет после себя гладкую и ровную поверхность.



Рисунок 113 – Шлифовальные круги

На поверхности шлифовального круга множество зерен, которые размещены беспорядочно и имеют разную форму режущей кромки. Именно поэтому при взаимодействии стружка получается такой измельченной. На работу шлифовального станка уходит в пять раз больше электроэнергии, чем при работе фрезеровочного агрегата и в 10 раз больше, чем при обработке детали на токарном станке.

Важно помнить, что из-за произвольной формы зерен, их большого количества и сильного размельчения стружки в месте взаимодействия поверхности и шлифовочного круга возникает много тепловой энергии. Деталь может существенно нагреваться, например, шлифование металла сопровождается нагревом до 1000 С в местах контакта. При такой температуре свойства металла могут существенно измениться, например, сталь может стать более хрупкой. Поэтому важно предусмотреть возможности охлаждения металла и самого круга, а также правильно рассчитать припуск на шлифование.

На выбор режима влияют несколько факторов:

- шероховатость поверхности после обработки;
- заданная точность;
- характеристики шлифовального круга (количество зерен, связка, глубина врезания);
- мощность главного привода шлифмашины.

При обработке периферией шлифкруга учитывают следующие показатели режима резания:

- скорость круга;
- глубина резания;
- скорость перемещения самой детали;
- возможности поперечной подачи.

Скорость круга – параметр, который зависит только от возможностей станка и диаметра самого круга, измеряется в метрах в секунду. При обработке скорость круга остается стабильной. Как правило, на станок устанавливают круг максимально возможного диаметра, допустимого для агрегата, а также задают наибольшее число оборотов шпинделя.



Рисунок 114 – Шлифование металла

Малая прочность и жесткость станка или отдельных деталей приводит к ограничениям скорости, поскольку при высоких скоростях возникают сильные вибрации, вместе с этим уменьшается точность, увеличивается износ расходных материалов, падает производительность.

Черновую обработку выгодно выполнять на максимальной глубине резания, допускаемых параметрами зерна круга, детали и агрегата. При этом важно сохранить глубину резания не больше пяти сотых поперечного размера зерна. То есть с кругом зернистостью 100 она должна быть менее 0,05 мм. Если превысить

рекомендуемую глубину резания для такого круга, то его поры быстро заполнятся отходами и круг придет в негодность.

При работе с нежесткими деталями и материалами, а также при появлении прижогов следует уменьшать глубину шлифования. Если же речь идет об отделочной обработке (так называемое «тонкое шлифование»), выбираются небольшие значения глубины – в этом случае существенно повышается точность и класс обработки. Чем тверже и прочнее материалы, тем меньше задают глубину при их обработке, поскольку с увеличением этого параметра увеличивается и затрачиваемая мощность.

При продольной подаче для установления оптимального режима шлифования отталкиваются от долей ширины круга. Черновая обработка предполагает за один оборот детали контакт с 0,4–0,85 ширины круга. Больше, чем 0,9 при продольной подаче не используют, поскольку на поверхности в таком случае остается спиральная полоса непрошлифованного материала.

### Типы шлифовальных кругов

- кольцевые;
- тарельчатые;
- конические;
- конические двусторонние;
- с выточками на одной-двух сторонах;
- с утопленной центральной частью;
- с цилиндрической и конической выточками;
- с двумя выточками.

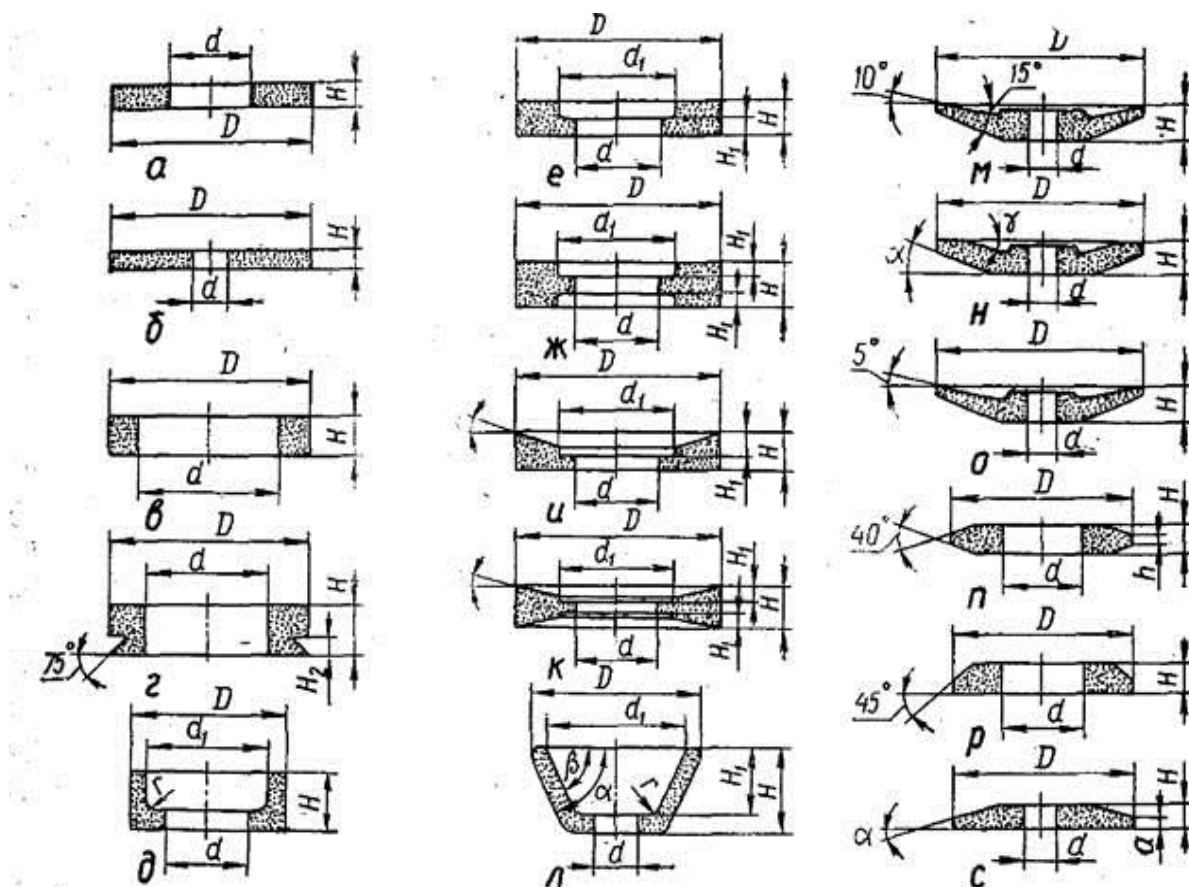


Рисунок 115 – Схемы абразивных кругов

В соответствии с разнообразными условиями работы шлифовальные круги изготавливаются различных форм и размеров (рис. 115). Наиболее широкое применение имеют круги плоские прямого профиля (рис. 115, а), используемые для круглого наружного, внутреннего, бесцентрового и плоского шлифования. Отрезные работы и шлифование узких пазов производятся тонкими кругами — дисками (рис. 115, б). Для плоского шлифования торцом круга применяются круги-кольца, имеющие относительно большое отверстие и сравнительно тонкие стенки (рис. 115, в). Кругами этих форм могут выполняться все основные виды шлифования.

Большинство форм остальных кругов являются модификациями рассмотренных. Так, для увеличения прочности крепления кругов колец к планшайбе с помощью цементирующего вещества применяют круги с конусообразной выточкой (рис. 115, г). Более прочное крепление при небольшой толщине стенки круга-кольца достигается при использовании чашечных кругов, закрепляемых на шпинделе с помощью зажимных фланцев (рис. 115, д, е, ж, и, к, л).

Для более надежного крепления круга прямого профиля во фланцах используют плоские круги с выточкой в виде ласточкина хвоста. В тех случаях, когда зажимные фланцы могут помешать подводке круга прямого профиля к шлифуемой зоне, для них с одной или двух сторон предусматривают выточки (рис. 115, е, ж). Для уменьшения зоны шлифования, что уменьшает тепловыделение и улучшает отвод стружки, при подрезке фланцев и буртиков на круглошлифовальных станках применяют круги плоские прямого профиля с коническими выточками на боковых поверхностях (рис. 115, и, к), а для плоского шлифования — круги, имеющие рифленую рабочую поверхность. В том случае, когда кругами-кольцами или чашками цилиндрическими невозможно подойти к обрабатываемой поверхности, как, например, при заточке фрез по передней поверхности, выбирают круги-чашки конические (рис. 115, л) или круги-тарелки (рис. 115, м, н, о). На кругах прямого профиля для аналогичных операций предусматривают конический профиль (рис. 115, п, р, с).

Соединение абразивных зерен в целое тело производится с помощью связок, которые подразделяются на органические (бакелитовая, глифталевая и вулканитовая) и неорганические (керамическая, магнезиальная, силикатная).

**Бакелитовая связка** готовится на основе бакелита (искусственной смолы) и формалина. Круги на этой связке обладают высокой прочностью и упругостью, допускают большие окружные скорости. Бакелитовая связка оказывает полирующее действие, что уменьшает шероховатость поверхности; по сравнению с другими связками она меньше нагревает обрабатываемые изделия. Круги на бакелитовой связке недостаточно устойчивы против действия охлаждающих жидкостей, особенно содержащих щелочи. Они имеют малую пористость, что затрудняет удаление стружки.

**Глифталевая связка (ГФ)** применяется для изготовления шлифовальных кругов, предназначенных для отделочного шлифования деталей из закаленных сталей. Глифталь — это синтетическая смола из глицерина и фталевого ангидрида. Круги на глифталевой связке обладают повышенной упругостью.

**Вулканитовая связка** состоит из искусственного каучука с вулканизирующими добавками. Абразивные инструменты на вулканитовой связке



имеют большую упругость и плотность, обладают повышенным полирующим действием по сравнению с инструментами на бакелитовой связке, но они менее прочны и теплостойки.

**Керамическая связка** является самой распространенной. На керамической связке можно получить круги почти для всех видов шлифования. Эта связка огнеупорна, водостойка, обладает химической стойкостью, имеет относительно высокую прочность. Инструменты на керамической связке чувствительны к ударам и изгибающим нагрузкам и поэтому не могут использоваться при обрезке и прорезке узких пазов.

Керамическую связку готовят из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца, талька, мела, жидкого стекла и других веществ, взятых в определенных пропорциях. Керамические связки разделяются на плавящиеся (стекловидные) и спекающиеся (фарфоровидные). Первые используются при изготовлении электрокорундовых кругов, а вторые — кругов из карбида кремния.

**Магнезиальная связка (М)** готовится из магнезита и хлористого магния. Шлифовальные круги на этой связке гигроскопичны, имеют повышенный износ, нестойкий профиль, но работают с относительно, небольшим нагревом шлифуемой поверхности. Они применяются ограниченно: для плоского шлифования, заточки бритв и т. п.

**Силикатная связка (С)** готовится из жидкого стекла, глины, мела и т. п. Инструменты на этой связке работают с малым нагревом деталей и имеют преимущества при тех операциях, где нагрев деталей недопустим. Эта связка используется редко.

Тема: «Виды шлифовальных станков с ЧПУ. Шлифовальные полуавтоматы. Техника безопасности»

**Круглошлифовальные станки**

Для обработки цилиндрических и конических поверхностей, наружных и обработки торцовых поверхностей.

Применяются для обдирочного шлифования и чистовой обработки. Обработка ведется периферией шлифовального круга.

Шероховатость  $\sqrt{Ra}$  0,16 мкм.

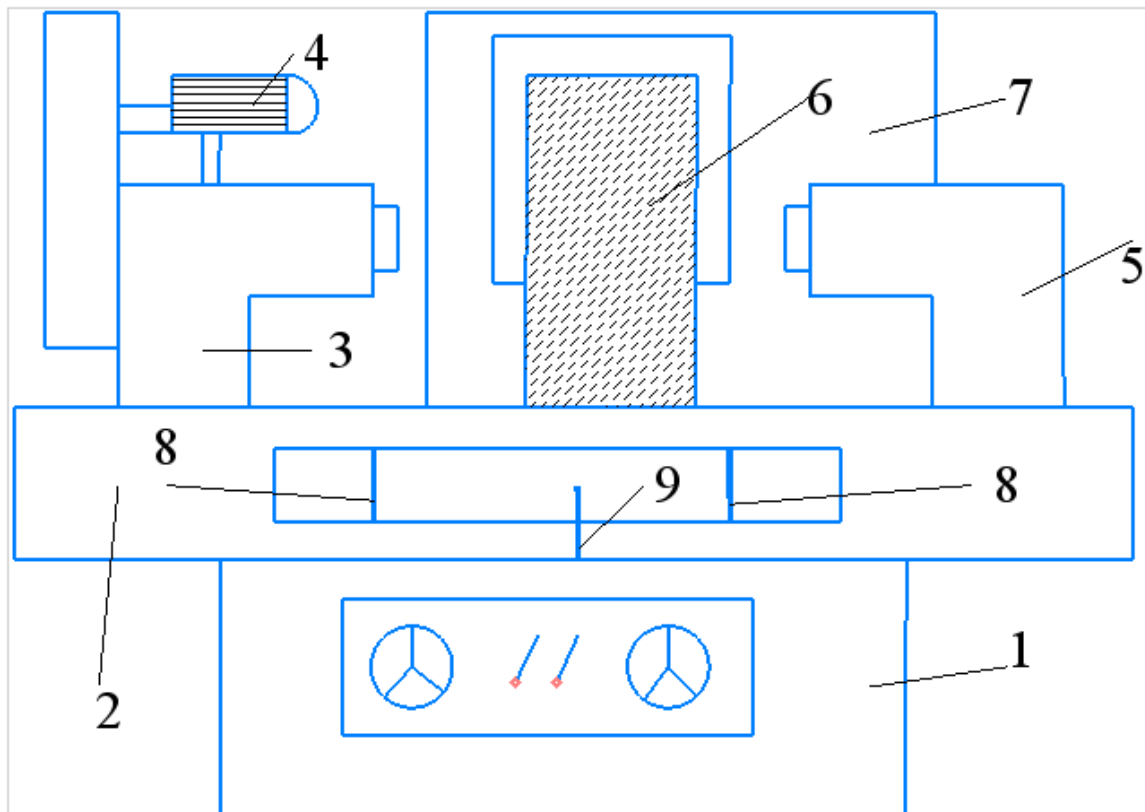


Рисунок 116 – Компоновка круглошлифовального станка

На станине 1 расположен стол 2, на столе установлена передняя 3 и задняя 5 бабки, в их центрах крепится заготовка. Стол совершает возвратно-поступательное движение с продольной подачей, а заготовка получает круговую подачу. Эта подача обеспечивается приводом, установленным в передней бабке, и состоит из электродвигателя 4 и ременной передачи. Обработка ведется шлифовальным кругом 6 установленным в шлифовальной бабке 7. Круг получает главное вращательное движение со скоростью  $V$ . В конце каждого рабочего хода стола шпиндельная бабка получает периодическую поперечную подачу. Для обработки конических поверхностей стол поворачивается в горизонтальную плоскость на необходимый угол. Длина рабочего хода устанавливается упорами 8, которые при движении стола воздействуют на кулачок 9 изменяющий направление движения стола.

## Внутришлифовальные станки

Для обработки цилиндрических и конических отверстий и торцевых поверхностей.

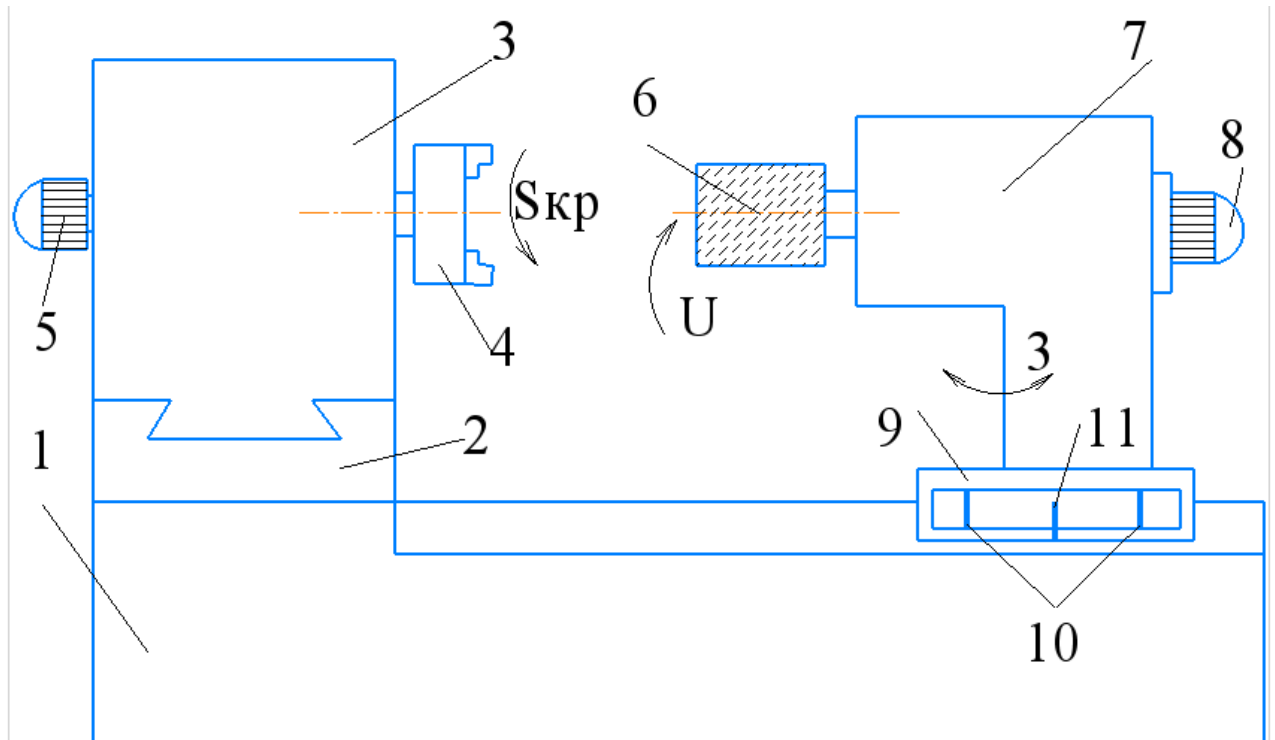


Рисунок 117 – Компоновка внутришлифовального станка

На станине 1 находится мост 2, на котором расположена бабка изделия 3.

Заготовка устанавливается в патрон 4 и получает круговую подачу, подача обеспечивается от регулирования электродвигателя 5 через ременную передачу. Бабка изделия 3 смещается в поперечном направлении выполняя установочные движения для ориентировки заготовки относительно инструмента. Обработка производится шлифовальным кругом 6, установленным в шпиндель шлифовальной бабки 7. Шлифовальный круг получает главное движение вращательное от электродвигателя 8 через ременную передачу. Частота вращения шлифовального круга изменяется с заменых шкивов ременной передачи. Шлифовальная бабка устанавливается на стол 9, который совершает возвратно-поступательное движение с продольной подачей. Длина рабочего хода ограничивается упорами 10, которые воздействуют на кулачок 11 и изменяют направление подачи. В конце движения хода стола шлифовальный круг получает периодическую поперечную подачу  $S_{кр}$ . Внутришлифовальные станки могут оснащаться торцешлифовальным устройством, который устанавливается на бабке изделия и предназначен для шлифования торцев, это устройство имеет гидравлический привод вращения шлифовального круга и используется шлифовальный круг типа чашечный круг и рабочий торцевой круг.

## Плоскошлифовальные станки

Для шлифования плоских поверхностей обтачивают точностью до 7-8 квалитета и шероховатостью  $Ra$  до 0.16 мкм.

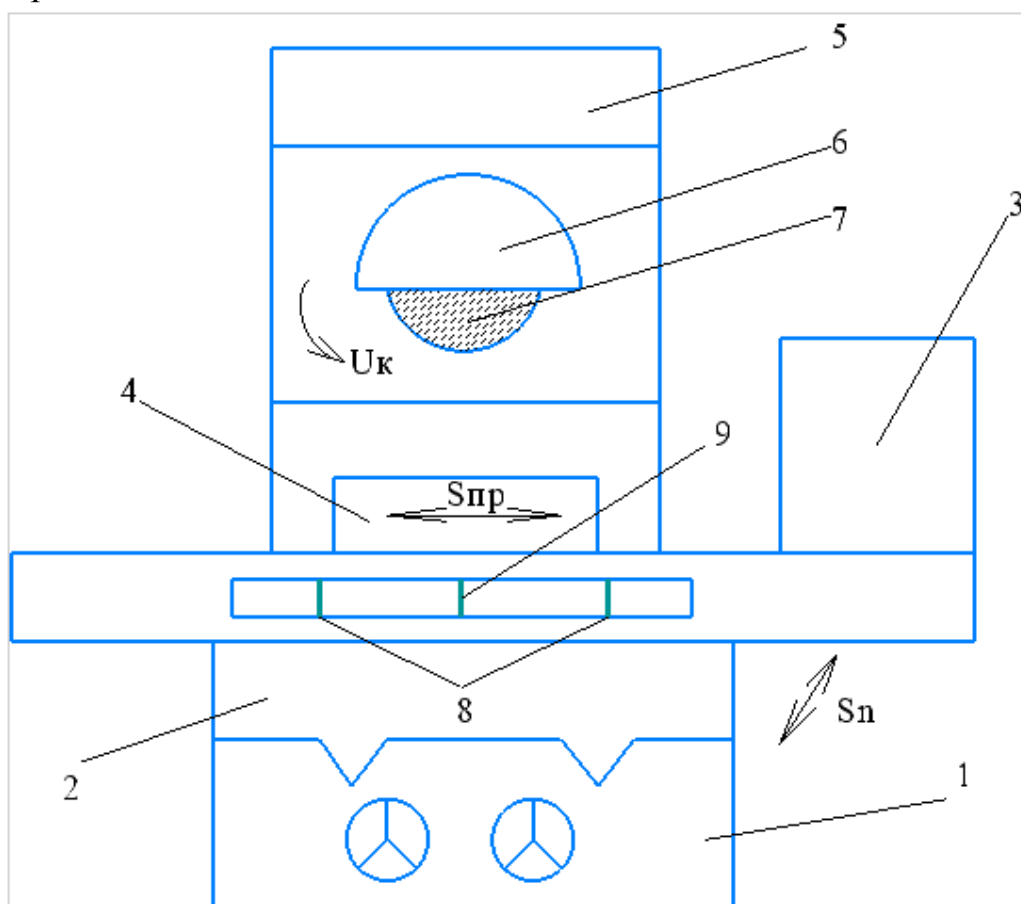


Рисунок 118 – Компоновка плоскошлифовального станка

На станине 1 находится суппорт 2, перемещающийся в поперечном направлении с подачей  $S_n$ . На суппорте расположен стол 3, совершающий возвратно-поступательное движение с продольной подачей  $S_{пр}$ . На стол установлена плита 4 для закрепления заготовок. На стойке 5 расположена шлифовальная головка 6 с шлифовальным кругом 7. Шлифовальный круг получает вращение с постоянной частотой. Круг закрыт защитным кожухом.

После обработки всей поверхности детали при необходимости сообщается вертикальная подача. Длина рабочего хода стола ограничивается упорами 8, которые при воздействии на кулачок 9 изменяют направление движения стола.

## Бесцентрово шлифовальные станки

Для обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей. БШС – кругло- и внутришлифовальные станки. Ведется обработка деталей, не имеющих центр. Детали типа палец, втулка.

Используется в крупносерийном и массовом производстве могут легко встретиться в автоматизированных линиях.

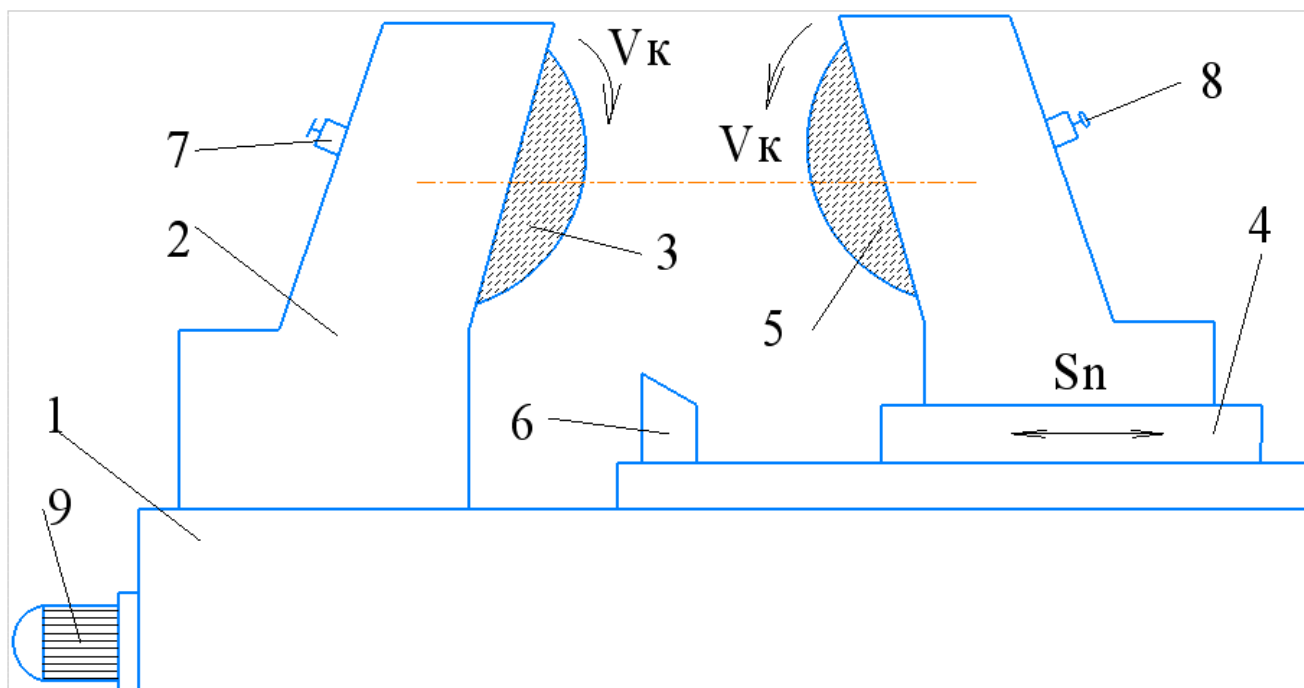


Рисунок 119 – Компоновка бесцентровошлифовального станка

На станине 1 находится бабка 2 шлифовального круга 3 и бабка 4 и бесцентровального ведущего круга 5. Между ними на нож 6 устанавливается заготовка. В зависимости от диаметра заготовки нож может смещаться по направлению станины. Источником вращающегося движения является электродвигатель 9. Бабка имеет поперечную подачу  $S_n$ . Для правки кругов используют устройства 7 и 8. Такие станки могут быть с горизонтальной линией центров и наклонной линией центров. Станки с наклонной линией применяются для обработки тяжелых заготовок, что обеспечивается уменьшение износа ножа и ведущий круг воспринимает большие усилия от заготовки, таким образом обеспечивается надежное вращательное движение заготовки.

Тема: «Зубообрабатывающие станки с ЧПУ. Виды изделий. Методы обработки зубчатых колёс»

**Зубонарезание** - процесс обработки зубьев, зубчатых колёс и др. Деталей, имеющих зубья, на зубообрабатывающем станке путём снятия стружки зуборезным инструментом.



## Зубонарезание

черновое  
(предварительное)

чистовое

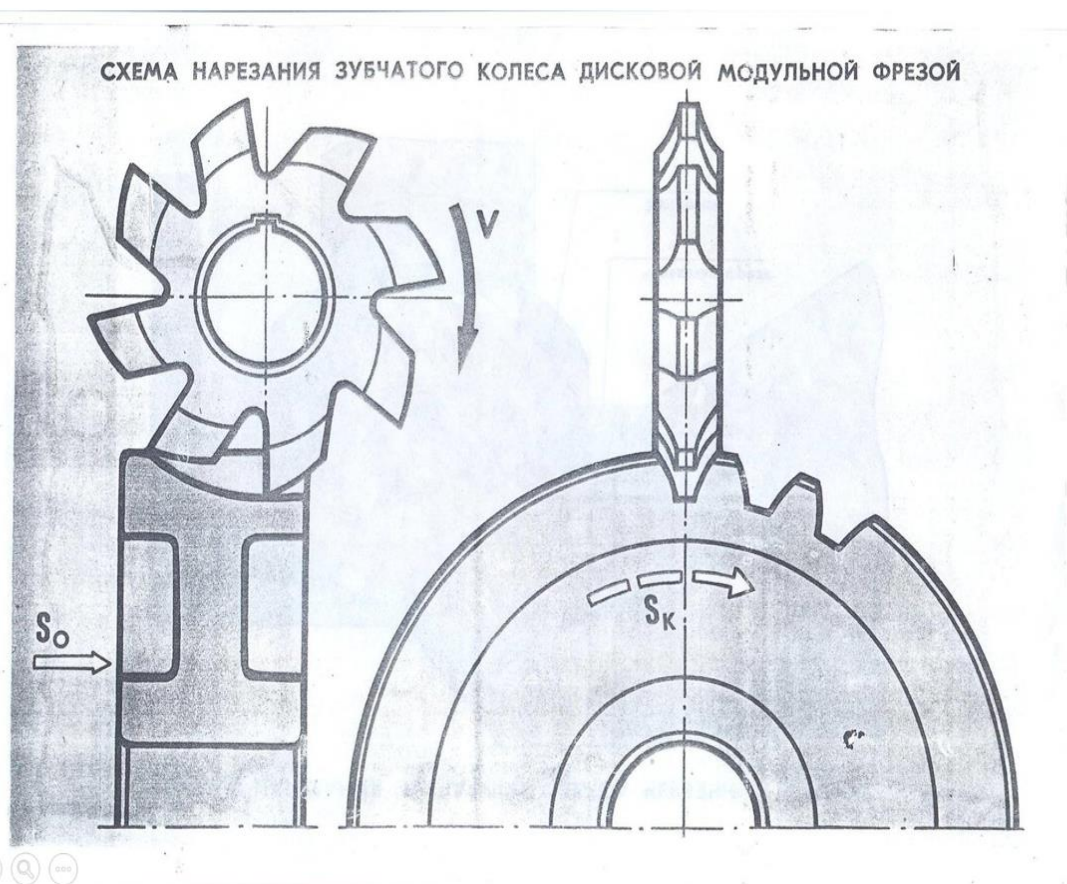
При **черновом** зубонарезании снимается большая часть припуска, а профиль зуба ещё не получает окончательной формы.

**Чистовое** зубонарезание бывает либо окончательным процессом, либо после него производят упрочняющую обкатку зубьев, термическую обработку с последующим зубошлифованием или доводкой.

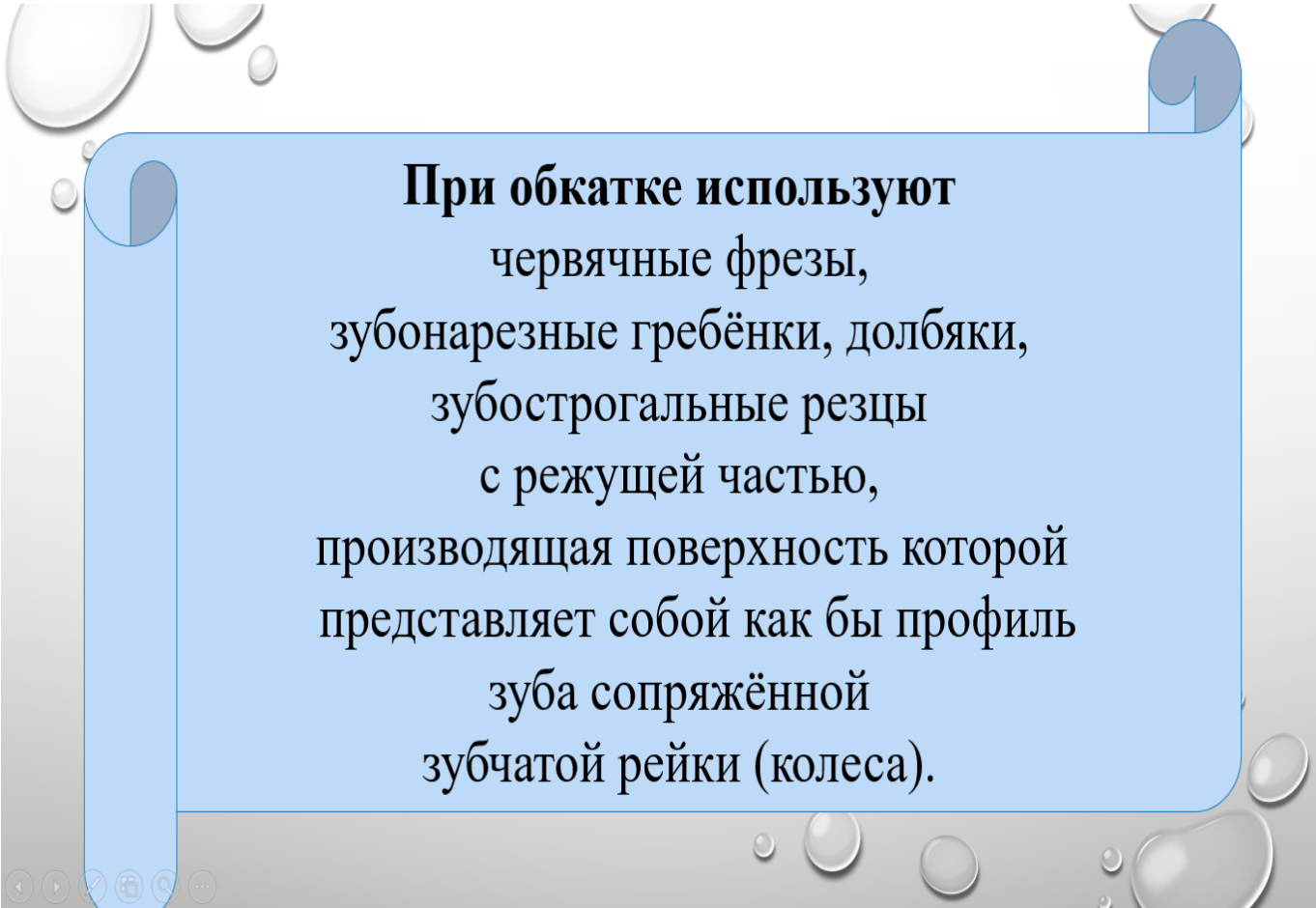
Черновое зубонарезание осуществляют методами обкатки или **копирования**

Чистовое зубонарезание - обычно методом **обкатки**

**При копировании инструментом**  
является  
дисковая или пальцевая фреза,  
которая в радиальной плоскости  
имеет профиль,  
соответствующий впадине  
между зубьями нарезаемого  
зубчатого колеса.







**При обкатке используют**  
червячные фрезы,  
зубонарезные гребёнки, долбяки,  
зубострогальные резцы  
с режущей частью,  
производящая поверхность которой  
представляет собой как бы профиль  
зуба сопряжённой  
зубчатой рейки (колеса).

### **Методы изготовления зубчатых колес**

Существует два принципиально отличных друг от друга метода изготовления зубчатых колес:

- *метод копирования*. При этом методе профиль инструмента (дисковая или пальцевая фреза) повторяет профиль впадины нарезаемого колеса.

Как метод нарезания колес он обладает существенными недостатками:

- относительно низкой производительностью и точностью;
- необходимостью иметь большое количество типоразмеров инструмента для нарезания различных колес (при этом сам инструмент имеет сложную форму);
- необходимостью иметь на станке дополнительное делительное устройство, и др.

Поэтому данный метод при нарезании зубчатых колес используется редко (в основном в ремонтном производстве).

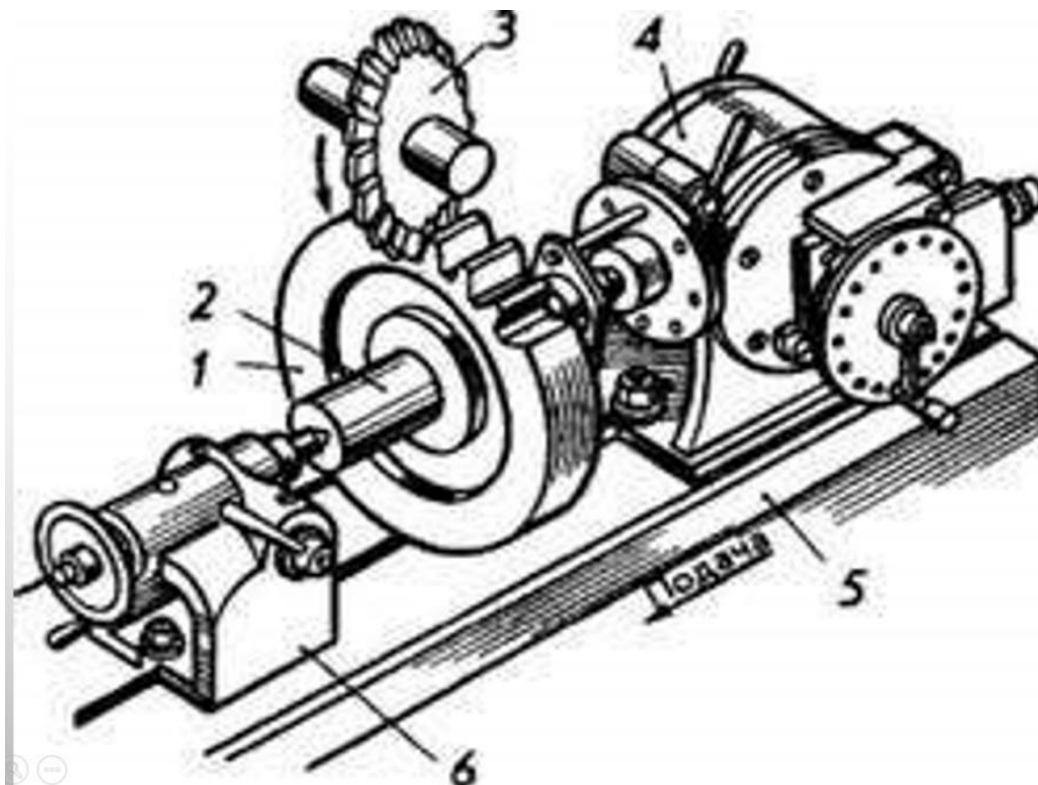


Рисунок 120 – Метод копирования

- *метод обката* (иногда его называют методом *огибания*). При этом методе инструмент (долбьяк) представляет собой как бы эвольвентное зубчатое колесо, обладающее режущей кромкой (и выполненное из соответствующей инструментальной стали).

При нарезании колеса, помимо движения резания, инструменту и заготовке дают движение обката, т.е. движение, имитирующее работу двух зубчатых находящихся в зацеплении колес. В этом случае на нарезаемом колесе автоматически формируется нужное число зубьев с эвольвентным профилем.

## Зубообрабатывающие станки

### Зубофрезерные станки

На зубофрезерных станках нарезают цилиндрические прямозубые, косозубые и с шевронными зубьями колёса, червячные зубчатые колёса.



Рисунок121 – Зубофрезерный станок

### **Зубодолбежные станки**

На зубодолбежных станках нарезают цилиндрические зубчатые колёса наружного и внутреннего зацепления с прямыми и косыми зубьями, блоки зубчатых колёс, колёса с буртами, зубчатые секторы, шлицевые валики, зубчатые рейки, храповые колёса и т. п.



Рисунок 122 – Зубодолбежный станок

### **Зубострогальные станки**

На зубострогальных станках обрабатывают конические зубчатые колёса с прямыми зубьями по методу обкатки одним или чаще двумя резцами.

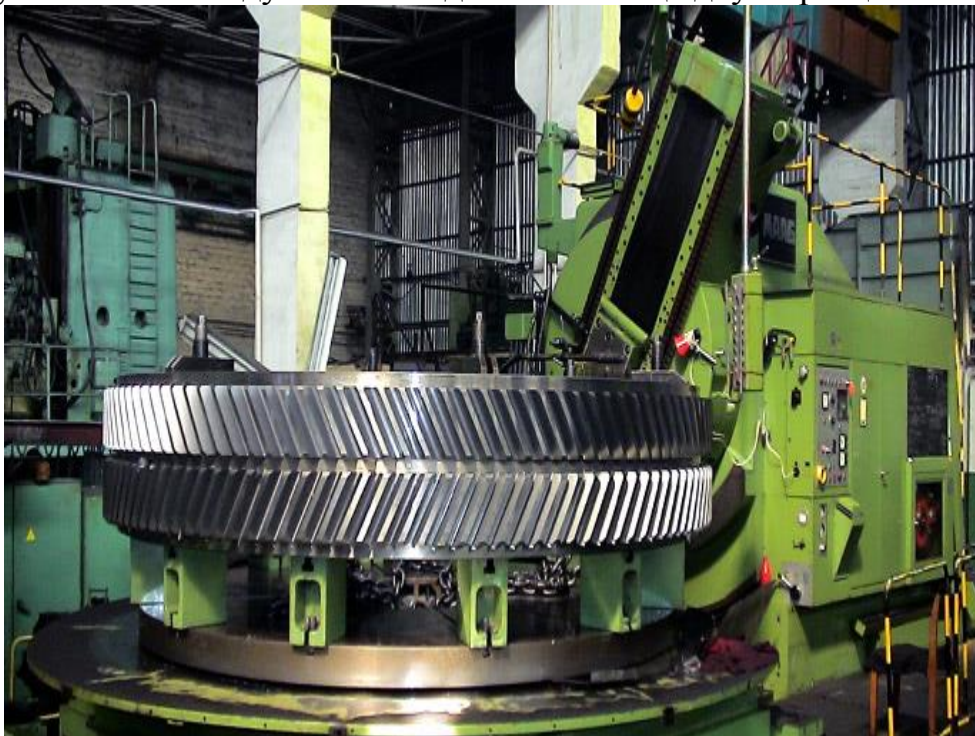


Рисунок 123 – Зубострогальный станок

### **Зубошевинговальные станки**

По направлению подачи различают три метода зубошевингования: параллельный, диагональный и касательный. Инструментом является шевёр — дисковый, реечный и червячный. Первые два типа — для обработки цилиндрических зубчатых колёс, последний — для червячных.



Рисунок 124 – Зубошевинговальный станок

### **Зубошлифовальные станки**

На зубошлифовальных станках производят обработку зубчатых колёс обкаткой и профильным копированием при помощи фасонного шлифовального круга



Рисунок 125 – Зубошлифовальный станок

## Инструменты, применяемые на зубообрабатывающих станках

**Дисковая фреза** является фасонной и имеет затылованный зуб, профиль которого в радиальной плоскости соответствует профилю впадины нарезаемого зубчатого колеса.



Рисунок 126 – Дисковая фреза

**Зуборезная гребёнка** — зубчатая рейка, работающая как фасонный строгальный резец.



Рисунок 127 – Зуборезная гребенка

**Пальцевая фреза** — модульная фреза с затылованным зубом — применяется в основном для нарезания косозубых и прямозубых колёс с модулем свыше 20мм.



Рисунок 128 – Пальцевые фрезы

**Долбяк** предназначен для нарезания зубьев колёс с наружным и внутренним зацеплением.



Рисунок 129 – Долбяк

Тема: «Область применения зубообрабатывающих станков с ЧПУ.  
Зубофрезерный полуавтомат с ЧПУ. Техника безопасности»

**Зубофрезерный полуавтомат 53А20Ф4 с ЧПУ. Техническая характеристика**

Полуавтомат 53А20Ф4 с ЧПУ предназначен для нарезания зубьев прямозубых и косозубых цилиндрических колес, червячных колес, а также колес с конусным и бочкообразным зубом в единичном и мелкосерийном производстве. Класс точности станка П.

**Техническая характеристика:**

Наибольший диаметр обрабатываемых зубчатых колес (прямозубых), мм	200;
наибольший нарезаемый модуль, мм	6;
пределы частот вращения фрезы, мин <sup>-1</sup>	80-300;
пределы подач	
радиальной и вертикальной, мм/мин	1-300,
тангенциальной, мм/мин	0,5-80;
величины подач на быстром ходу	
радиальной и вертикальной, мм/мин	1000,
тангенциальной, мм/мин	500;
габаритные размеры станка, мм	3555x3250x3030.

**Устройство ЧПУ полуавтомата 53А20Ф4** на базе микро-ЭВМ «Электроника-60» типа 2С85-62. Число управляемых координат всего 5, одновременно управляемых 4; коэффициент деления шага 200; дискретность перемещений по координатам X, Y 0,0025 мм, Z 0,001 мм.

На пульте ЧПУ в соответствующем коде устанавливают следующие параметры обрабатываемого зубчатого колеса: число зубьев  $z$ , модуль  $m$ , ширину венца  $b$ , наружный диаметр  $d_a$ , синус угла наклона зубьев, направление винтовых линий колеса и фрезы, наружный диаметр фрезы  $d_{a0}$  и ее число заходов  $z_1$ . На пульте ЧПУ задаются также частоты вращения фрезы при черновом и чистовом рабочих ходах, кодовый номер положения перебора фрезы, номер диапазона подачи и др.

Управление работой полуавтомата производится от постоянных программ, заложенных в память системы ЧПУ, обычно это пять основных наиболее сложных циклов обработки зубчатых колес, на базе которых строятся упрощенные циклы обработки.

**Основные механизмы, принцип работы и движения в станке 53А20Ф4** (рис. 130). Станина А полуавтомата имеет коробчатую форму, по ее прямоугольным направляющим перемещается стойка с инструментальным суппортом Б. Стойка прижимается к направляющим четырьмя гидравлическими зажимами. На столе Г размещен шпиндель заготовки, которая поджимается кронштейном контрподдержки В. Суппорт расположен на каретке, имеющей



круговой паз, в который входят гидравлические зажимы суппорта. Для обработки всей номенклатуры заготовок станок должен иметь следующие движения, управляемые от устройства ЧПУ: главное движение - вращение фрезы (координата U); подачи: вертикальную фрезерной каретки (координата Y); радиальную стойки (координата X), тангенциальную инструмента (координата Z), вращение детали (координата W'). Перемещение червячной фрезы по координате Z применяют при нарезании червячных колес методом протягивания или при нарезании цилиндрических колес для полного использования режущей части фрезы.

Взаимосвязанное вращение приводов по координатам W', V и Y используют для обработки цилиндрических колес; по координатам W', U, Y и Z – зуба червячных колес и червяков; по координатам Y и X – зуба бочкообразного и конусного.

На станке колеса модулем до 2 мм нарезают за один рабочий ход при точности обработки до 7-й степени и в два рабочих хода при точности выше 7-й степени. Колеса модулем 3-6 мм нарезают за два рабочих хода при чистовой обработке, а также при черновой обработке под последующую чистовую.

На нижнем конце шпинделя заготовки закреплено зубчатое колесо  $z = 120$  торможения. Торможение производится гидромотором ГД. Червяк делительной пары выполнен с переменным шагом для регулирования зазора в передаче.

Возможны следующие модификации обработки в циклах при обработке прямозубых и косозубых колес: с радиальным врезанием и без врезания, со встречной и попутной подачей, за один и два рабочих хода; при обработке червячных колес: с радиальным врезанием и без врезания, с протяжкой вправо или влево, без протяжки.

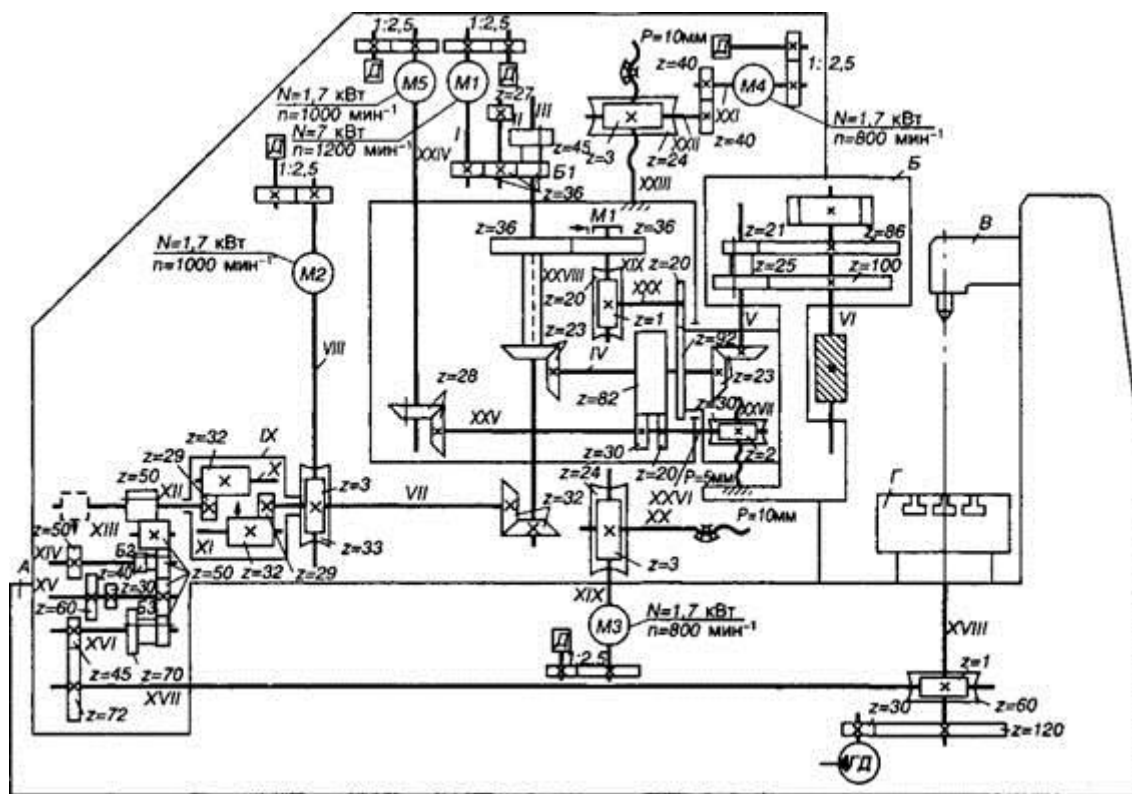


Рисунок 130 – Кинематическая схема зубофрезерного полуавтомата 53A20Ф4 с ЧПУ

# **Техника безопасности при работе на зубообрабатывающих станках**

## **1 Общие требования безопасности**

1.1 К работе допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение по профессии и инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие навыки безопасных приемов работы.

1.2 При работе на зуборезных станках необходимо соблюдать требования безопасности, особенно в связи с широким применением скоростных режимов резания и больших подач при обработке металлов.

1.3 Каждый станочник должен хорошо знать и строго выполнять требования настоящей инструкции, а администрация цеха обязана создать нормальные условия труда и строго соблюдать требования данной инструкции и обеспечить рабочее место всем необходимым для безопасной работы.

1.4 Инструкция выдается всем зуборезчикам под роспись.

1.5 Не выполняющие настоящую инструкцию привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка предприятия.

1.6 При получении новой (незнакомой) работы требовать от мастера дополнительного инструктажа по технике безопасности.

1.7 При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры и не отвлекать других.

1.8 В случае ранения прекратить работу, известить об этом мастера и обратиться в медпункт. Мастер или лицо, его заменяющее, обязан немедленно сообщить об этом администрации цеха для своевременного составления акта о происшедшем несчастном случае и принятия мер, предупреждающих повторение подобных случаев.

## **2. Требования безопасности перед началом работы.**

2.1 Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть или обхватить широкой резинкой обшлага рукавов; убрать концы галстука, косынки или платка, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов; убрать волосы под плотно облегающий головной убор. Работать в легкой обуви (тапочках, сандалиях, босоножках) запрещается.

2.2 Принять станок от сменщика; убедиться хорошо ли убраны станок и рабочее место; узнать у сменщика об имевшихся неполадках в работе станка и о принятых мерах по их устранению.

2.3 Проверить исправность режущего, измерительного, крепежного инструмента и приспособлений и разложить их в удобном для пользования порядке. Проверить, правильно ли заточен инструмент и нет ли заусениц на его режущих лезвиях. Не пользоваться при работе фрезами с выкрошившимися или поломанными зубьями.

2.4. Проверить: наличие масла по маслоуказателям и долить, если его недостаточно, во все масленки и смазочные отверстия; наличие, исправность и прочность крепления ограждений зубчатых колес, приводных ремней, приводов, делительной головки, головки затяжного винта и т.п.; наличие предохранительных устройств для защиты от стружки, охлаждающих масел и жидкостей; нет ли

обрыва в заземляющем проводе, а также плотность его прилегания; достаточность натяжения приводного ремня.

2.5 Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, и свет не слепил глаза. Протереть арматуру и лампу местного освещения и убедиться в ее исправности. Пользоваться местным освещением с напряжением выше 36 вольт запрещается.

2.6 Проверить исправность устройств для крепления инструмента.

2.7 Проверить индивидуальные, приданные станку подъемные устройства и захватные приспособления согласно специальной инструкции.

2.8 Поверить во время холостого хода станка: исправность органов управления станка – электрических кнопочных устройств тормозов, механизмов включения и переключения, подающих устройств (убедиться в том, что возможность самопроизвольного включения станка исключена); исправность системы смазки и охлаждения (убедиться в том, что смазка и охлаждающая жидкость подаются нормально и бесперебойно); нет ли заеданий в механизмах и движущихся частях станка.

2.9 О неисправностях станка немедленно сообщить мастеру и до их устранения к работе не приступать. Работать на неисправном и не имеющем необходимых ограждений станке запрещается.

2.10 Уложить устойчиво на подкладках или стеллажах поданные на обработку детали, не загромождая рабочего места и проходов. Высота штабелей не должна превышать для мелких деталей 0,5 м, для средних – 1 м, для крупных - 1,5 м.

2.11 Проверить исправность подножной деревянной решетки, ее устойчивость, а также отсутствие поломанных планок.

2.12 Для предупреждения кожных заболеваний рук при использовании на станках охлаждающих масел и жидкостей перед началом работы, по указанию врача, смазывать руки специальными пастами или мазями.

### **3 Требования безопасности во время работы.**

3.1 Выполнять только ту работу, которая поручена и разрешена администрацией цеха.

3.2 Надежно закреплять режущий инструмент.

3.3 Установку и съем тяжелых деталей (весом более 20 кг) производить только с помощью подъемных средств. Не превышать установленную грузоподъемность механизмов.

3.4 Деталь должна быть надежно застопорена. Для подъема должно применяться специальное захватное приспособление. Освобождение от стропов и чалочных приспособлений производить только после надежной установки и крепления детали. При установке детали на станок не находиться между деталью и станком.

3.5 При установке и снятии тяжелых деталей станочник должен хорошо знать и строго выполнять инструкцию для стропальщиков.

3.6 Шланг, подводящий охлаждающую жидкость, разместить так, чтобы была исключена возможность его порчи. Подачу охлаждающей жидкости производить только насосом. Не допускать разбрызгивания масла и жидкости на пол. Для защиты от брызг устанавливать щитки.

3.7 Во время работы применять режимы резания, указанные в технологической карте. Изменять режимы резания разрешается только по согласованию с мастером или технологом.

3.8 При закреплении детали пользоваться только специальными крепежными приспособлениями (болтами, прижимными планками, упорами и т.д.) и безопасными ключами-рукоятками.

3.9 При фрезеровании и шевинговании не вводить руки в опасную зону вращения фрезы или шевера.

3.10 Не допускать биения оправки для фрез, долбяков и шестерен, нарезаемых на станке.

3.11 Проверку шестерен индикатором на биение производить только после того, как вращающийся инструмент остановлен.

3.12 Во время работы станка не открывать и не снимать защитных ограждений и предохранительных устройств.

3.13 Перед каждым включением станка убедиться, что его пуск никому не угрожает.

3.14 Обязательно остановить станок и выключить электродвигатель при:

- уходе от станка даже на короткое время, если это не связано с обслуживанием нескольких станков;
- временном прекращении работы;
- перерыве в подаче электроэнергии;
- установке и съеме деталей и инструмента;
- смазке, уборке, чистке станка;
- обнаружении какой-либо неисправности в оборудовании.

3.15 Отключить рубильник станка и повесить плакат «Не включать – работают люди!» или «Не включать – станок в наладке!» при:

- ремонте станка;
- смене шестерен;
- открывании щитка или крышки, где имеются зубчатые или ременные передачи;
- смене электродвигателя;
- смене электропроводки или устранении в ней повреждений.

3.16 Если на металлических частях станка обнаружено напряжение (ощущение электротока), электродвигатель работает на две фазы (гудит), заземляющий провод оборван, немедленно останови станок и доложить мастеру о неисправности электрооборудования. Не устранять неисправности электрооборудования, это должен делать только квалифицированный электромонтер.

3.17 Запрещается укладывать детали, инструменты и ветошь на станину станка.

3.18 Стружку со станка непосредственно руками не удалять; пользоваться для этого специальными крючками и щетками-сметками. Требовать своевременного удаления стружки от рабочего места. Не допускать уборщицу к уборке станка во время его работы.

3.19 При работе станка не брать и не предавать через станок какие-либо предметы.

3.20 Надевать приводные ремни на шкивы и снимать их только после выключения двигателя и полной остановки станка.

3.21 Применять только исправные гаечные ключи, соответствующие размерам гаек и головок болтов (применять прокладки между зевом ключа и гранями гайки запрещается). При работе ключами не наращивать их трубой или другими рычагами (если это не предусмотрено конструкцией ключа).

3.22 Не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к порученной работе, без разрешения мастера не передавать работающий станок другому рабочему.

3.23 При заточке инструмента на заточных станках и точилах (если отсутствует централизованная заточка), соблюдать требования инструкции по безопасной работе с абразивным инструментом.

3.24 Не одеваться и не раздеваться у работающего станка.

3.25 Работать на станке в рукавицах или перчатках запрещается.

3.26 Соблюдать на работе правила личной гигиены:

- не мыть руки в масле, эмульсии, керосине и не вытирать их концами, загрязненными стружкой;

- не хранить личную одежду на рабочем месте;

- не принимать пищу у станка.

#### **4 Требования безопасности в аварийных ситуациях**

4.1 При возникновении аварийных ситуаций остановить работу, удалить людей из опасной зоны, сообщить руководителю, приступить к ликвидации аварии.

4.2 При обнаружении пожара или возгорании звонить по телефону 01, сообщить руководителю, использовать огнетушитель

#### **5 Требования безопасности при окончании работы**

5.1 Отвести в исходное положение рабочий инструмент, выключить все рукоятки, переведя их в нейтральное положение; выключить электродвигатель.

5.2 Привести в порядок рабочее место: убрать и сложить инструмент и приспособления в специально отведенное для этих целей место, очистить от стружки и грязи станок, аккуратно сложить готовые изделия и заготовки.

5.3 Смазать трущиеся части станка.

5.4 Сдать станок своему сменщику или мастеру и сообщить обо всех имевшихся неполадках в работе станка и о принятых мерах по их устранению.

5.5 Вымыть руки теплой водой с мылом, по возможности принять душ.

### Тема: «Классификация промышленных роботов. Приводы промышленных роботов»

**Промышленный робот (ПР)** — это автоматическая машина, состоящая из манипулятора и перепрограммируемого устройства программного управления, для выполнения в производственном процессе двигательных и управляемых функций.

Если задача автоматизации обработки деталей решается путем применения специальных станков-автоматов и автоматических линий в условиях массового производства и станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства, то устранение ручного труда на вспомогательных операциях, особенно при изготовлении деталей малыми партиями, сопряжено с громадными трудностями. Это связано с многообразием движений при выполнении вспомогательных операций.

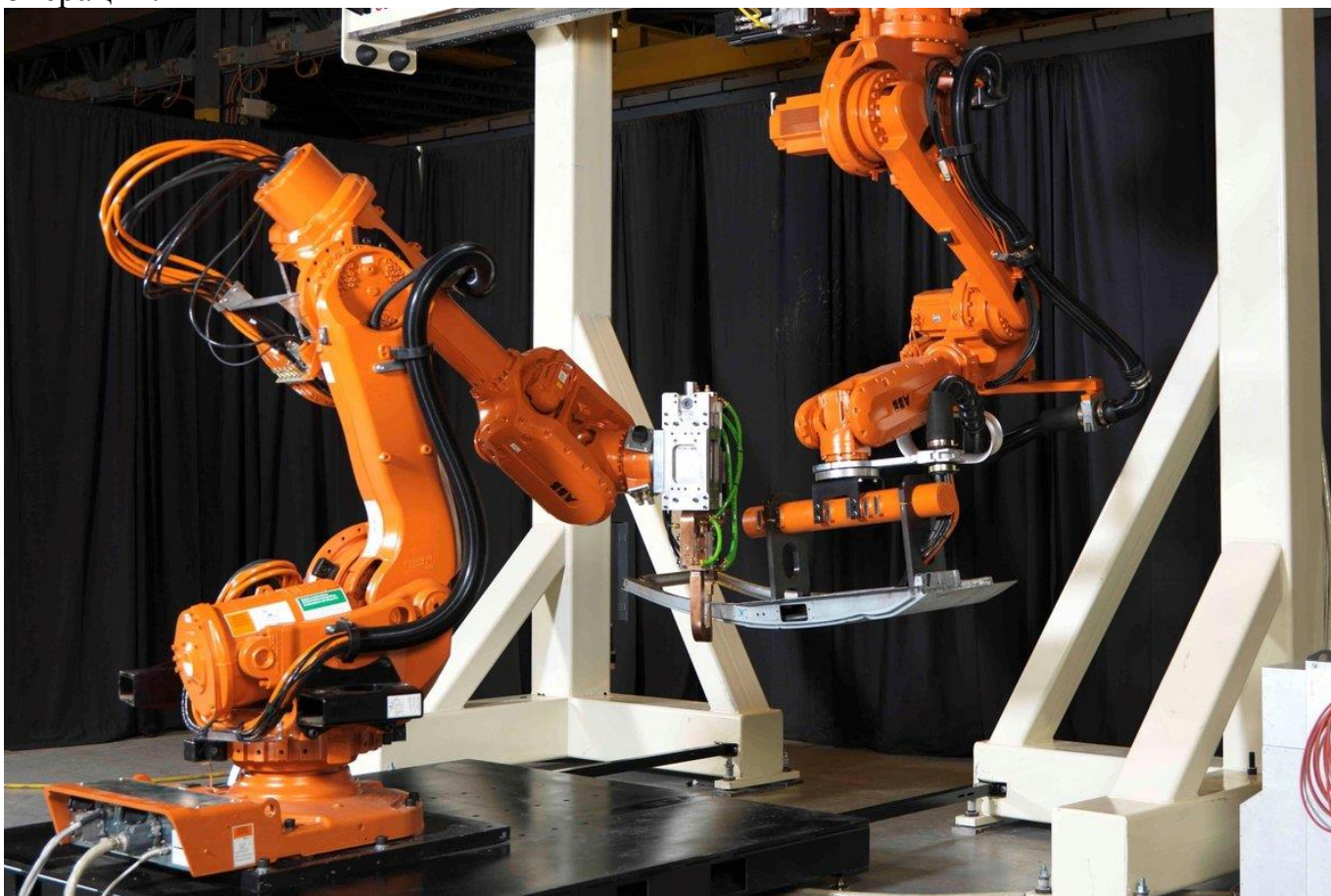


Рисунок 131 – Промышленный робот

Решать задачу переналадки можно, если применить промышленный робот, управляемый по заданной программе.

#### **Классификация промышленных роботов:**

- 1 По виду производства промышленных роботов делят на:
  - специальные (специальные выполняют определенную технологическую операцию или вспомогательную модель оборудования);
  - специализированные (специализированные выполняют операции одного вида, например сварку, сборку и обслуживают определенную группу моделей оборудования);

- универсальные (универсальные являются наиболее усовершенствованными представителями промышленных роботов, служат для выполнения разных операций и функционируют с оборудованием различного назначения (разнородных операций)).

2 По грузоподъемности различают:

- сверхлегкие (грузоподъемность не более 1 кг.);
- легкие (грузоподъемность от 1 до 10 кг.);



Рисунок 132 – Легкий промышленный робот

- средние (грузоподъемность от 10 до 200 кг.);

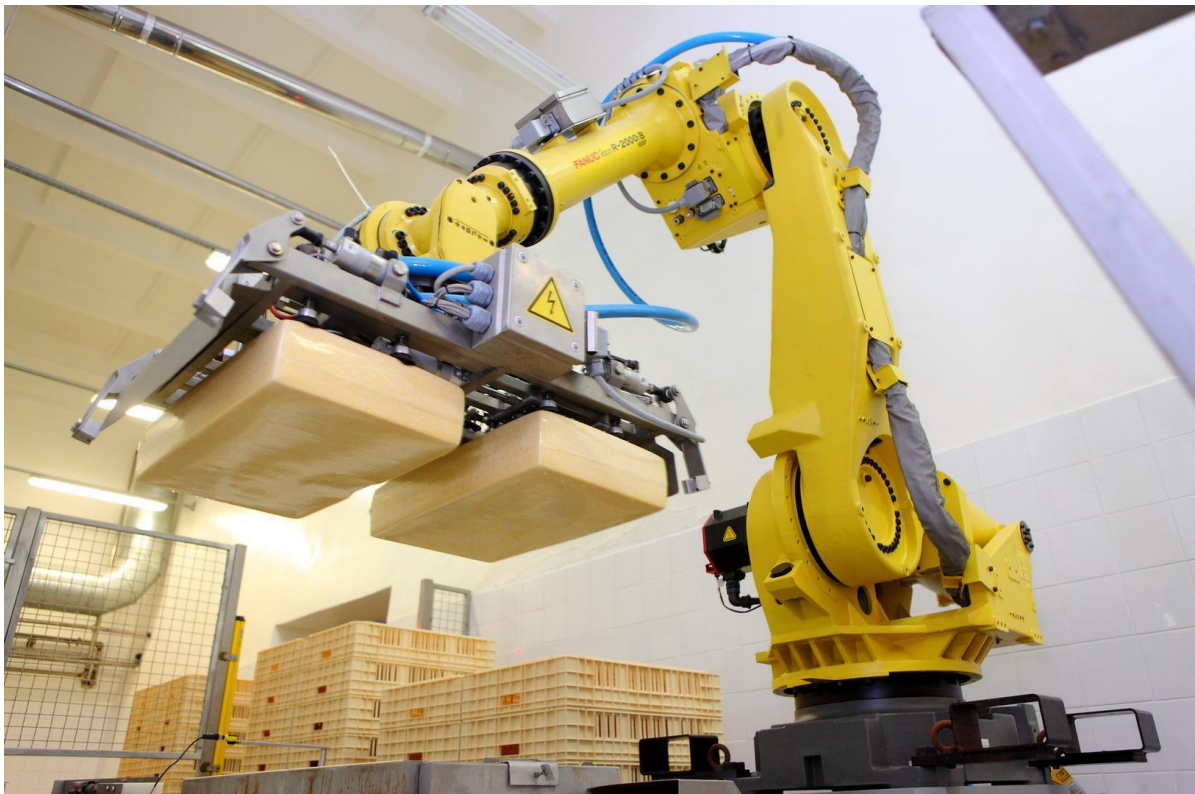


Рисунок 133 – Средний промышленный робот

- тяжелые (грузоподъемность от 200 до 1000 кг.);



Рисунок 134 – Тяжелый промышленный робот

- сверхтяжелые (где грузоподъемность свыше 1000 кг.).



Рисунок 135 – Сверхтяжелый промышленный робот



3 По возможности передвижения промышленных роботов подразделяют на:

- стационарные (имеют ориентирующие и транспортирующие движения);
- транспортирующие (дополнительно к этим двум движениям (ориентирующие и транспортирующие) и координатные перемещения).

4 По числу степеней подвижности выпускают роботы с количеством осей до 6 (шести).

5 По способу установки промышленных роботов делят на:

- встроенные (хотя встроенные промышленные роботы и считаются компактными в плане габаритов, но при этом они обслуживают только один станок);

- подвесные и напольные (возможность обслуживания до 2-х и более станков, но при этом они имеют более сложные задачи, например обеспечить смену инструмента).



Рисунок 136 – Подвесной промышленный робот

6 По виду управления ПР различают:

- роботы с программным управлением (цикловым, числовым, позиционным и контурным);

- роботы с адаптивным управлением (промышленные роботы с адаптивным управлением имеют измерительные устройства и устройства для восприятия внешней среды, управляющая программа или УП в этом случае не должна содержать всю необходимую информацию).

7 По способу программирования различают промышленных роботов программируемые обучением (по методу обучения оператор, управляя промышленным роботом приводит его из одного конечного положения в другое через серию точек, которые фиксируются в запоминающем устройстве промышленного робота и при обработке следующих деталей захватное устройство будет двигаться по этим точкам) и аналитические (путем расчета программ).

## **Приводы промышленных роботов**

Приводы ПР включают в себя двигатель, систему управления, передаточные механизмы, тормозные устройства, датчики обратной связи и коммуникации. Коммуникации необходимы для передачи энергии к приводам и передачи сигналов управления, а также для выполнения обратной связи.

Выбор типа привода зависит от функционального назначения ПР.

Основными факторами, определяющими выбор типа привода, являются: назначение и условия эксплуатации, грузоподъемность и требуемые динамические характеристики конструкции, а также вид системы управления.

К приводу любого вида предъявляют общие требования:

- минимальные габаритные размеры при высоких энергетических показателях, обеспечивающие большое значение отношения выходной мощности к массе;
- возможность работы в режиме автоматического управления и регулирования, обеспечивающем оптимальные законы разгона и торможения при минимальном времени переходных процессов;
- быстродействие, т.е. осуществление движений исполнительных механизмов с высокими скоростями и малой погрешностью позиционирования;
- малая масса элементов привода при высоком КПД всей конструкции;
- надежность и долговечность элементов конструкции;
- удобство монтажа, ремонта, обслуживания, переналадки и бесшумность работы.

В зависимости от используемого вида энергии приводы подразделяют на гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные (например, электрогидравлические, гидропневматические и др.)

**Пневматические** приводы применяются в 20...30% (по другим оценкам в 40-50%) серийно выпускаемых ПР. Их используют для легких и средних (по грузоподъемности до 20 кг) ПР при числе степеней подвижности 2...3. Погрешность позиционирования в этих приводах не превышает  $\pm 0,1$  мм. Скорость ведомого звена привода при линейном перемещении составляет до 1000 мм/с, при угловом – до 60 об/мин. Они имеют простую конструкцию, низкую стоимость и достаточно надежны в работе.

Вследствие низкой регулировочной способности их мало используют в позиционных и контурных режимах работы, и они имеют цикловое управление, как простейший вариант позиционного (задается две точки – начало и конец перемещения).

**Гидравлические** приводы применяются в 30% серийно выпускаемых средних и тяжелых ПР при числе степеней подвижности 3...4. Погрешность позиционирования в этих приводах не превышает  $\pm 0,5$  мм при скорости линейного перемещения до 0,8...1200 мм/с. Эти приводы имеют сложную конструкцию, высокую стоимость изготовления и эксплуатации. Гидравлический привод имеет хорошую регулировочную способность, и его используют в ПР с позиционным и контурным режимом работы.

**Электрические** приводы используются в 40...50% серийно выпускаемых ПР со средней грузоподъемностью и числом степеней подвижности 3...6. Точность позиционирования электрического привода достигает значений до  $\pm 0,05$  мм. Их применяют как в позиционном, так и в контурном режимах работы.

Преимуществами электроприводов являются более высокая экономичность, КПД, удобство сборки и хорошие регулировочные свойства.

Как правило, в электроприводах используют синхронные, шаговые и двигатели постоянного тока. Асинхронные двигатели применяются реже, что связано с трудоемкостью управления частотой вращения.

**Комбинированные приводы** позволяют максимально использовать достоинства отдельных типов приводов. Чаще всего в промышленных роботах применяют комбинацию пневматического и гидравлического приводов (пневмогидравлические и гидропневматические), а также электрического и гидравлического (электрогидравлические). В конструкциях ПР пневмогидравлические приводы имеют ограниченное применение. В них в качестве исполнительного органа используется пневмоцилиндр, а стабилизация его скорости и гидравлическая фиксация осуществляется гидросистемой.

В гидропневматическом приводе в качестве исполнительных двигателей применяют гидродвигатели, а пневмосистема применяется для создания необходимого давления в гидросистеме, что позволяет отказаться от гидронасосных станций.

### **Пневматический привод**

#### ***Элементы пневмопривода***

Пневмопривод применяется в основном в ПР с цикловым управлением. Функционально такой пневмопривод можно разделить на следующие узлы:

- блок подготовки рабочего тела (воздуха);
- блок распределения сжатого воздуха;
- блок исполнительных двигателей;
- система передачи сжатого воздуха между устройствами привода.

Блок подготовки воздуха является обязательным для ПР с пневмоприводом. Воздух осушают и очищают от пыли.

Блок распределения сжатого воздуха содержит устройства, с помощью которых по заданной программе можно открыть или закрыть доступ сжатого воздуха в рабочие полости исполнительных двигателей. В качестве распределителей служат устройства, где запорными устройствами служат золотники и клапаны. Обычно используют пневмораспределители с управлением от электромагнитов и командоаппаратов. Однако при определенных условиях (взрывоопасная среда, радиация) используются распределители с пневматическим управлением.

В качестве блока исполнительных двигателей используются цилиндры с прямолинейным или вращательным движением поршня одно- или двустороннего действия. На каждую степень подвижности предусматривается свой исполнительный двигатель (пневмоцилиндр), конструкция которого обеспечивает заданные перемещения, скорости и усилия.

Захватное устройство ПР также может иметь двигатель, который обеспечивает захват объекта манипулирования, его удержание при перемещении и освобождение после установки в заданной точке.

Рабочий цикл выполняется каждым двигателем в определенной последовательности в соответствии с требованиями технологического процесса и осуществляется по программе, выполняемой управляющим устройством робота, которое входит в состав СПУ.

В системы передачи сжатого воздуха между устройствами привода используются пневмопроводы различного сечения, рассчитываемого исходя из заданных условий работы.

Тема: «Компоновка промышленных роботов. Захватные устройства промышленных роботов»

Промышленные роботы при обработке деталей на станках выполняют следующие основные манипуляции:

- взять заготовку из тары;
- перенести ее к станку;
- установить в приспособление;
- взять обработанную деталь;
- перенести ее и уложить в тару или перенести к другому станку.

По конструктивным признакам ПР можно разделить на следующие группы.

1 Напольные ПР с горизонтальной выдвижной рукой и консольным механизмом подъема.

2 Напольные ПР с горизонтальной выдвижной рукой, установленной на подъемной каретке, перемещающейся по направляющим поворотной колонны.

3 Напольные ПР с многозвеньевой рукой.

4 Портальные ПР с рукой, установленной на каретке, перемещающейся по монорельсу.

5 Специализированные ПР.

6 Напольные транспортные тележки (робокары).

7 ПР для обслуживания автоматизированных складов.

**Напольные ПР с выдвижной рукой и консольным механизмом подъема руки** (рис. 137) являющиеся наиболее распространенными, функционируют в цилиндрической или прямоугольной системе координат: привод – пневматический, электромеханический и в ряде случаев гидравлический; грузоподъемность 0,05...20 кг (отдельные ПР с гидроприводом имеют грузоподъемность до 60 кг).

ПР данной группы, предназначенные, как правило, для выполнения транспортно-загрузочных операций, отличаются большим быстродействием, оснащены цикловыми системами управления и оснащены упорами, ограничивающими перемещения их подвижных узлов.

**Напольные ПР с выдвижной рукой, установленной на подвижной каретке**, имеют компоновку, показанную на рис. 138.

Грузоподъемность таких ПР от 1 до 1000 кг, число степеней подвижности от 3 до 7.

Робот работает в цилиндрической системе координат. По особому заказу робот выпускают с перемещением по рельсам б, что позволяет существенно расширить его рабочую зону.

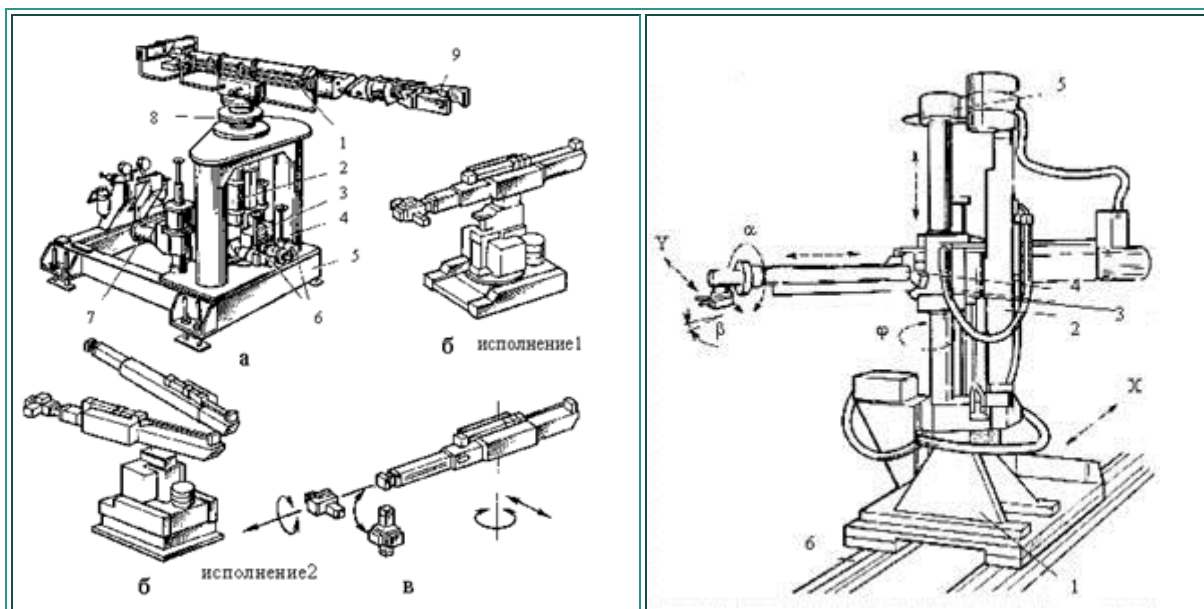


Рисунок 137 – Напольный пневматический ПР с выдвижной рукой и консольным механизмом подъёма:  
*а* – базовая компоновка, *б* – варианты исполнения, *в* – основные движения

Рисунок 138 – Компоновка напольного ПР с выдвижной рукой, установленной на подвижной каретке

**Напольные роботы с качающейся выдвижной рукой** (рис. 139) работают в полярной сферической системе координат и имеют не менее пяти степеней подвижности. На основании *1* смонтированы гидростанция и механизмы поворота руки вокруг вертикальной оси. В верхней части поворотной колонны *2* установлена выдвижная рука *3*, которая под действием гидроцилиндра может совершать качательные движения в вертикальной плоскости.

**В напольных ПР с многозвенной рукой** (рис. 140) все движения осуществляются путем относительных угловых поворотов звеньев руки, имеющих постоянную длину.

Привод – следящий, электромеханический или электрогидравлический. Основными преимуществами многозвенной руки являются ее компактность и возможность обслуживания большой зоны при малых габаритах механизма.

Такие ПР применяют для автоматизации операций окраски, сварки, сборки, обдирки литья, загрузки оборудования.

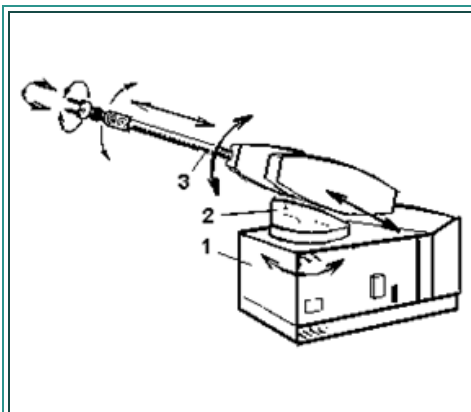
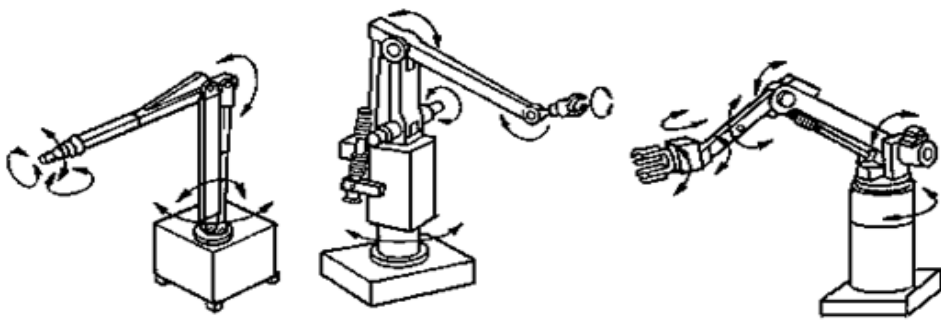


Рисунок 139 – Промышленный робот с выдвижной рукой, работающей в сферической системе координат



Исполн 1

Исполн 2

Исполн 3

Рисунок 140 – Основные варианты исполнений напольных ПР с многозвенной рукой

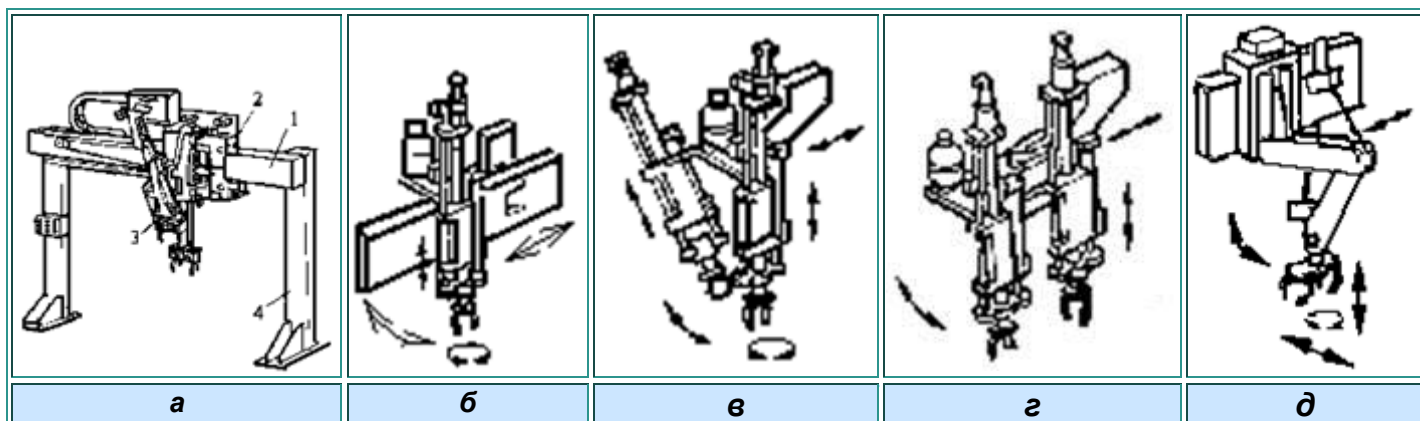
**Портальные ПР с рукой, установленной на каретке** (рис. 141), перемещающейся по монорельсу, применяются для обслуживания металлорежущих станков, автоматических линий гальванопокрытий, а также для выполнения транспортных операций.

Достоинства таких ПР – экономия производственной площади и удобство обслуживания оборудования.

Портальные ПР можно разделить на две группы:

1. ПР с цикловым программным управлением, работающие в декартовой системе координат и предназначенные, как правило, для загрузки одного станка в условиях крупносерийного производства;

2. ПР с ЧПУ, обеспечивающие перемещение захватного устройства в направлении, перпендикулярном монорельсу, предназначенные для обслуживания нескольких единиц оборудования



а

б

в

г

д

Рисунок 141 – Портальный ПР с выдвижной рукой, установленной на каретке, перемещающейся по монорельсу: а – общая компоновка, б – с вертикальной выдвижной рукой, в – с двумя выдвижными руками (одна наклонная), г – с двумя (или тремя параллельными) выдвижными руками, д – с многозвенной рукой:

1 – монорельс, 2 – каретка, 3 – рука, 4 – стойка

**Транспортный ПР** модели ТРТ-250-1 (рис. 142), предназначенный для транспортирования деталей, уложенных в тару, выполнен на базе тельферных тележек, перемещающихся по монорельсу.

Грузоподъемность 250 кг.

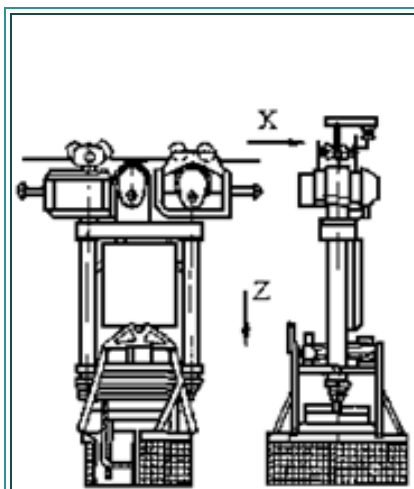


Рисунок 142 –  
Транспортный ПР  
модели ТРТ-250-1

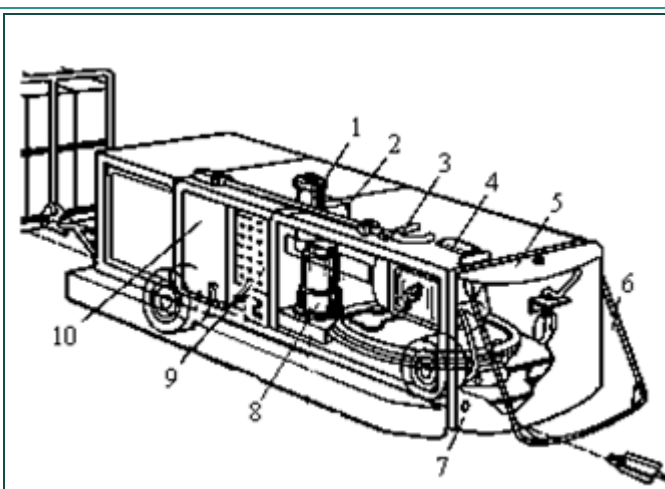


Рисунок 143 – Робокара с электромагнитной стабилизацией курса:

1 – тормозная катушка,  
2 – транзисторное устройство управления,  
3 – рукоятка торможения,  
4 – привод,  
5 – сигнальная лампа,  
6 – устройство обеспечения безопасности движения,  
7 – буферный щит,  
8 – привод устройства управления,  
9 – панель программирования,  
10 – аккумуляторная батарея

**Специальные роботы** выполняют определенные технологические операции, поэтому их конструкция зависит от модели обслуживаемого оборудования. К числу специальных относятся ПР, предназначенные для обслуживания машин для литья под давлением, некоторых типов кузнечно-прессового оборудования, а также ПР, встраиваемые в металлорежущие станки.

**Напольные транспортные тележки (робокары)** на колесном или гусеничном ходу перемещаются по монорельсу или искусственно обозначенной трассе.

В конструкциях тележек используют системы автоматического задания и стабилизации курса перемещения:

1. оптические,
2. электромагнитные,
3. ультразвуковые и другие.

При применении *оптической* системы на полу цеха наносится белая линия, служащая указателем фотоэлектрическому дальномеру. Останов происходит в местах разрыва белой линии.

Наибольшее применение нашли тележки с *электромагнитной системой* стабилизации курса, где по трассе прокладывается токопровод; конструктивная схема такой тележки показана на рис. 143.

### Захватные устройства промышленных роботов

*Захватные устройства (ЗУ)* предназначены для захвата и удержания объектов манипулирования. Современные *промышленные роботы* комплектуют типовым набором стандартных хватных устройств, для специальных промышленных роботов хватные устройства могут проектироваться индивидуально. Хватные устройства должны обеспечивать надежный захват и удержание деталей различных по массе, размерам и конструкции (в пределах,



предусмотренных параметрами робота); стабильность базирования; быстроту переналадки; они не должны повреждать деталь в месте захвата.

На конструкцию захватных устройств влияют система ЧПУ, вид обслуживаемого оборудования, тип робота, серийность производства. Например, робот, обслуживающий группу станков в серийном производстве, должен иметь широкодиапазонные захватные устройства или их автоматическую смену. Захватные устройства для обслуживания патронных токарных станков отличаются по конструкции от захватных устройств, обслуживающих центровые станки. На рис. 98 показана схема работы захватного устройства 6 с зажимными губками 5 при установке заготовки 2 в патрон 1 токарного патронного станка с ЧПУ. Упор 3 с помощью пружины 4 поджимает деталь по торцу в момент смены баз. Одна из конструкций захватного устройства для установки валов в центрах токарного станка приведена на рис. 144.

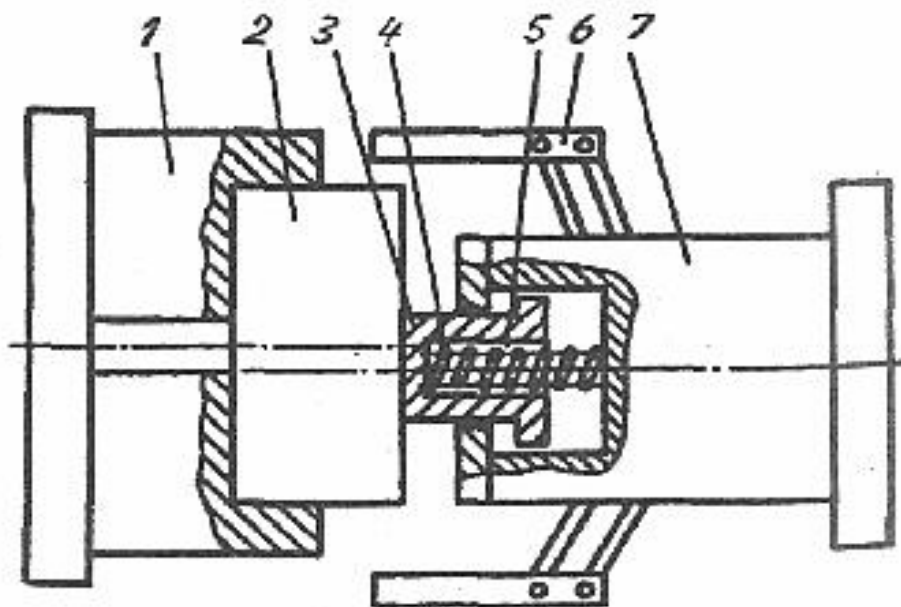


Рисунок 144 – Захватное устройство для установки заготовки в патрон

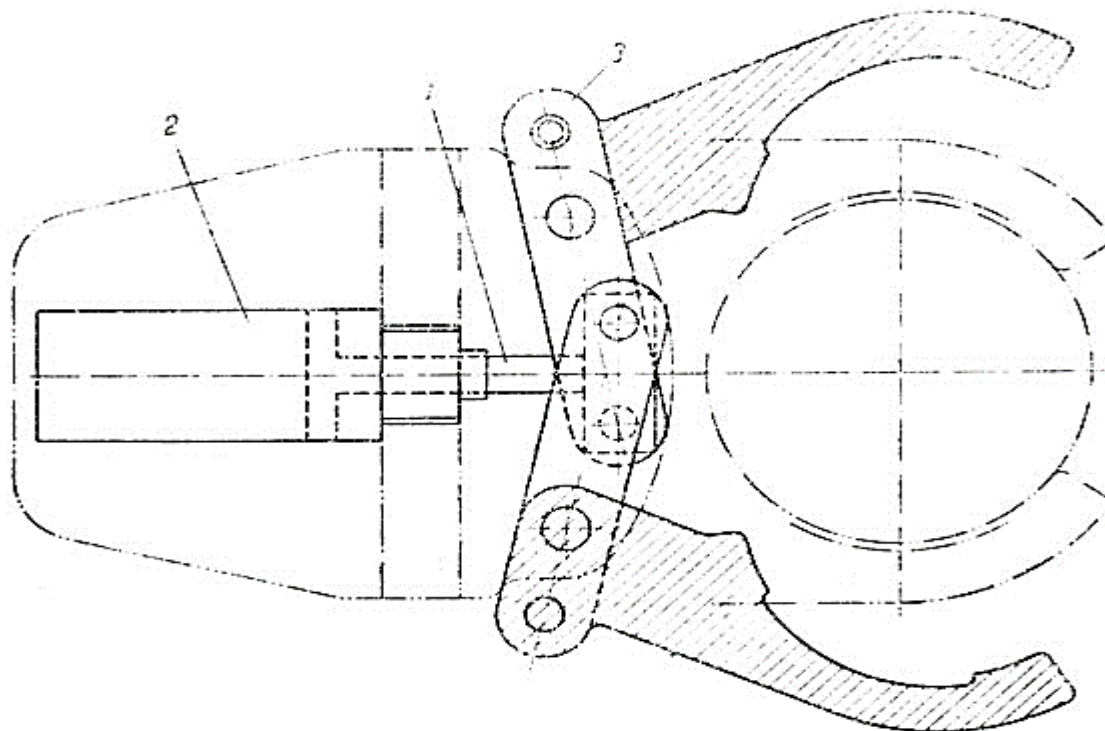


Рисунок 145 – Захватное устройство с пневмоприводом

**Классификация захватных устройств промышленных роботов** проводится по многим признакам. Остановимся на некоторых из них.

*По принципу действия* различают захватные устройства:

- механические;
- магнитные;
- вакуумные;
- с эластичными камерами;
- деформирующимися под действием нагнетаемого внутрь воздуха или жидкости.

Захватные устройства всех четырех групп могут быть одно-, двух- и многозахватными.

*По характеру базирования* различают захватные устройства:

- центрирующие, определяющие положение оси или плоскости симметрии захватываемой заготовки;
- базирующие, определяющие положение базовой поверхности;
- перебазирующие;
- фиксирующие положение объекта, которое тот имел в момент захвата.

*По характеру крепления* различают захватные устройства:

- несменяемые;
- сменные;
- быстросменные;
- с автоматической сменой.

*По виду управления* захватные устройства делят на:

- неуправляемые;
- командные;
- жесткопрограммируемые;
- адаптивные.

К неуправляемым относятся, например, захватные устройства с постоянными магнитами: чтобы освободить заготовку из захватного устройства, нужно приложить силу, большую, чем сила удержания. Командные захватные устройства получают команды только на захват или отпускане объекта. Жесткопрограммируемые захватные устройства управляются устройством ПУ, определяющим в зависимости от программы величину перемещения губок, силу зажима, взаимное расположение рабочих элементов и т. д. Адаптивные захватные устройства также управляются устройством ПУ и оснащаются датчиками, дающими информацию об объекте и внешней среде, например, о форме поверхности объекта манипулирования или об усилии, возникающем в месте захвата, и т. д. Применяют «антропоморфные» захватные устройства, имитирующие кисть руки человека. Например, трехпальное устройство такого типа благодаря сгибанию «фаланг пальцев» может обеспечить 11 степеней подвижности. Каждое звено управляется отдельно и приводится в движение электродвигателями постоянного тока. Такие устройства могут захватывать и базировать детали разных размеров и формы.

**Механические захватные устройства промышленных роботов** наиболее распространены. Их классифицируют:

- 1 по типу привода (пружинные, пневматические, гидравлические, электромеханические),
- 2 по типу губок (жесткие, регулируемые, гибкие или пружинящие);
- 3 по виду передаточного механизма (рычажные, реечные, клиновые).

*Реечные захватные устройства* по сравнению с рычажными имеют меньшие габаритные размеры, обеспечивают большее раскрытие губок, однако развивают меньшие силы зажима.

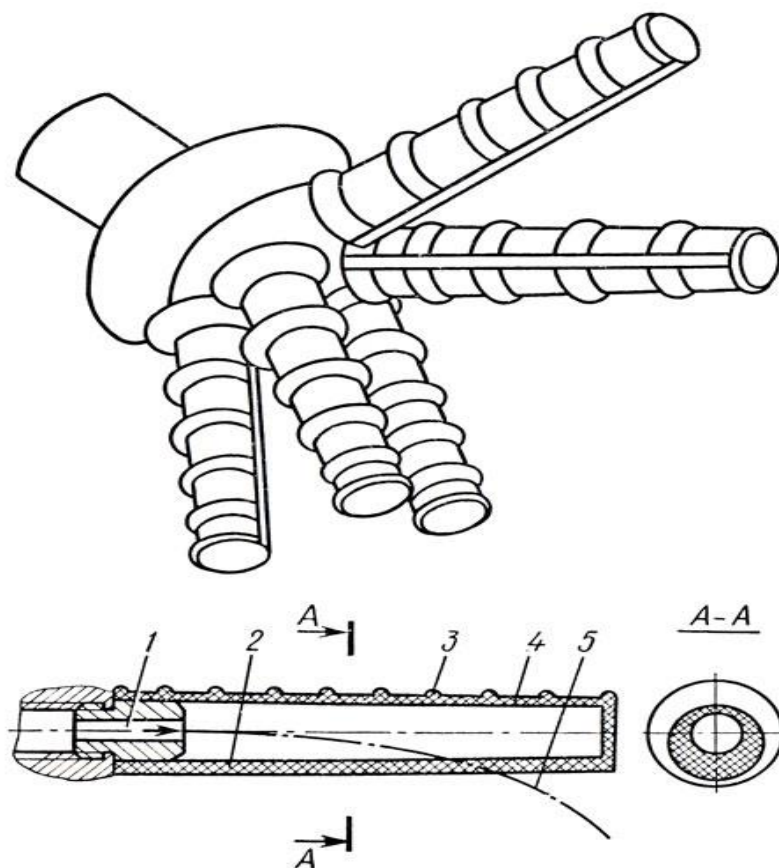


Рисунок 146 – Захватное устройство с надувными пальцами

*Захватные устройства с электромеханическим приводом* встречаются реже. Для заготовок небольшой массы и габаритных размеров могут использоваться хватные устройства одностороннего действия, в которых губки раскрываются или закрываются пружиной.

Чтобы не повредить деталь при зажиме, часто применяют гибкие, эластичные или силораспределяющие хватные устройства. Для взятия хрупких предметов используют губки в виде надувных подушек или надувных пальцев (рис. 146). Пальцы выполнены из резины цельными с постепенным переходом тонкостенной части 4 в гофрированную 3 и толстостенную часть 2. При подаче воздуха через канал 1 тонкостенная часть пальца удлиняется больше, чем гофрированная и утолщенная, поэтому происходит деформирование пальцев по линии 5 и зажим детали.

Тема: «Структура роботизированных технологических комплексов»

**Роботизированный технологический комплекс (РТК)** — это совокупность единиц технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы. Роботизированные технологические комплексы, предназначенные для работы в ГПС, должны иметь автоматизированную переналадку и возможность встраивания в систему. В качестве технологического оборудования в РТК может быть использован промышленный сварочный робот. Средствами оснащения РТК могут быть устройства накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства (деталей, заготовок) и другие устройства, обеспечивающие функционирование РТК.

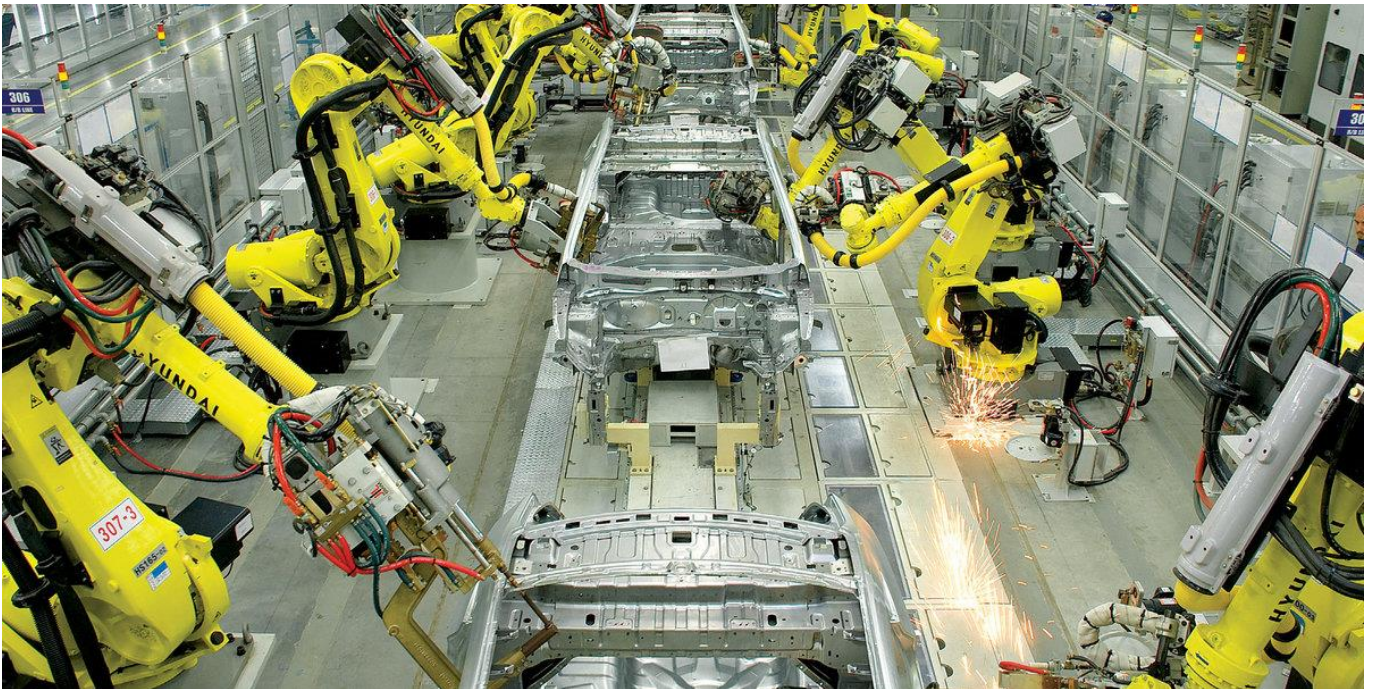


Рисунок 147 – Роботизированный технологический комплекс

Роботы со встроенными в манипулятор сварочными клещами используются в составе гибких производственных систем (гибкая автоматизированная линия, гибкий автоматизированный участок, роботизированный технологический комплекс) в нескольких вариациях. Простейший РТК для контактной сварки (рис. 148) состоит из манипулятора 1 с закрепленными на нем сварочными клещами, поворотного стола с технологической оснасткой 2, оператора 3 и огорожен оградой 10. Работа такого комплекса определяется циклограммой (рис. 149): оператор 3 берет из контейнеров 4 заготовки и укладывает их в установленной последовательности на поворотный стол 2, производя фиксирование прижимами; после завершения укладки заготовок и их фиксации оператор отступает к пульту управления 5 и нажимает кнопки двуручного включения. При этом если оператор находится в зоне поворота стола 2, то на систему управления поступит сигнал «человек в зоне разворота» от датчика давления (установлен в полу) или от объемного датчика, и система не разрешит дальнейшую работу РТК.

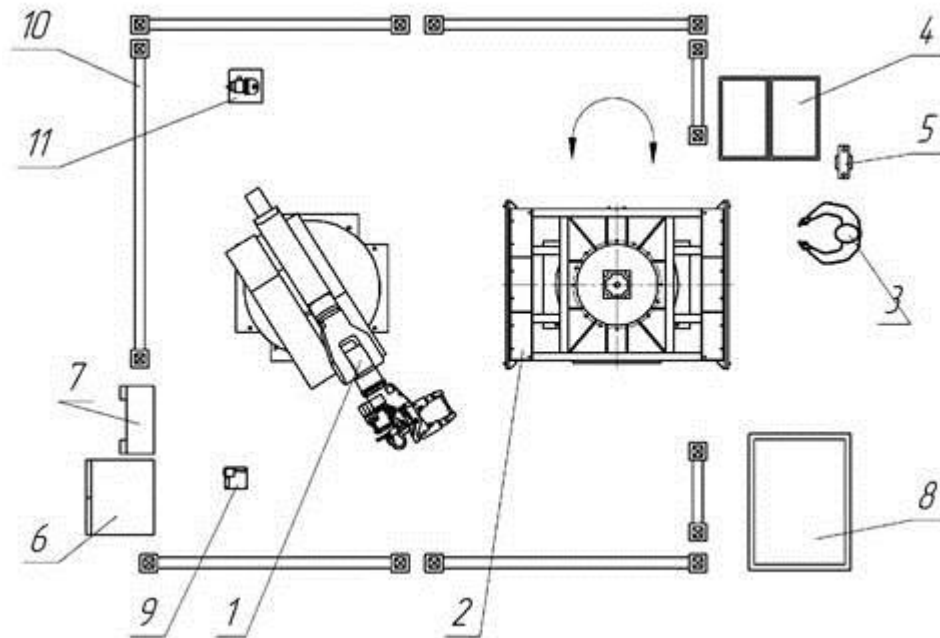


Рисунок 148 – РТК для контактной точечной сварки с одним сварочным роботом

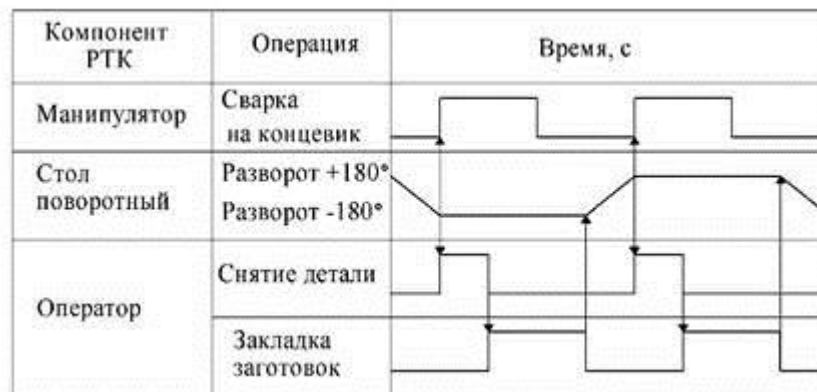


Рисунок 149 – Циклограмма работы РТК с одним сварочным роботом

РТК такого типа применяются для сварки листовых конструкций небольших габаритных размеров с малым числом сварных точек (20...50), если такт производства и конструкция изделия позволяют выполнить сварку всех точек на одном рабочем месте.

После нажатия кнопок двуручного включения происходит разворот стола 2 на 180°. При этом манипулятор 1 робота отработывает заданную программу сварки, диктуемую шкафом управления 6 и силовым шкафом 7. В это время со второй половины поворотного стола 2 оператор 3 снимает сваренную деталь и укладывает ее в контейнер-накопитель 8, после чего производит укладку заготовок на поворотный стол, отступает к пульту 5 и нажимает кнопки двуручного включения, поступает сигнал «конец укладки деталей». После отработки заданной программы сварки манипулятор позиционирует сварочные клещи на концевой выключатель 9, поступает сигнал «конец сварки». В случае если в систему управления РТК поступило оба сигнала — «конец сварки» и «конец укладки деталей», а также нет сигнала «человек в зоне разворота», то происходит разворот стола 2 на 180°, и цикл работы РТК начинается снова. Восстановление рабочей поверхности сварочных электродов происходит автоматически на зачистной машинке 11 после определенного числа циклов работы РТК.

Комплекс с клещами одного типа позволяет выполнять сварные точки лишь в определенных местах данной сварной конструкции. Это ограничивает универсальность робота и комплекса в целом. Для обеспечения возможности сварки одним роботом точек в различных местах сложных сварных конструкций используют устройства автоматической смены клещей и магазин клещей.

При наличии системы сменных клещей на одном рабочем месте можно выполнять сварку весьма сложных конструкций, что особенно удобно при производстве таких изделий, как кузова автобусов и рефрижераторов, изготавливаемых в количестве нескольких тысяч в год, когда создание роботизированных автоматических линий нецелесообразно и приходится применять роботизированные технологические комплексы.

Устройство автоматической смены сварочных клещей в простейшем случае работает следующим образом (рис. 150): первоначально ПР работает с С-образным типом клещей (рис. 150 а), после этого ПР позиционирует сварочные клещи относительно устройства смены инструмента 1 и производит съем клещей (рис. 150 б), ПР позиционирует фланец кисти над Х-образными клещами в устройстве смены инструмента 2 и производит закрепление клещей на фланце (рис. 150 в), ПР готов к сварке с применением Х-образных клещей (рис. 150 г).

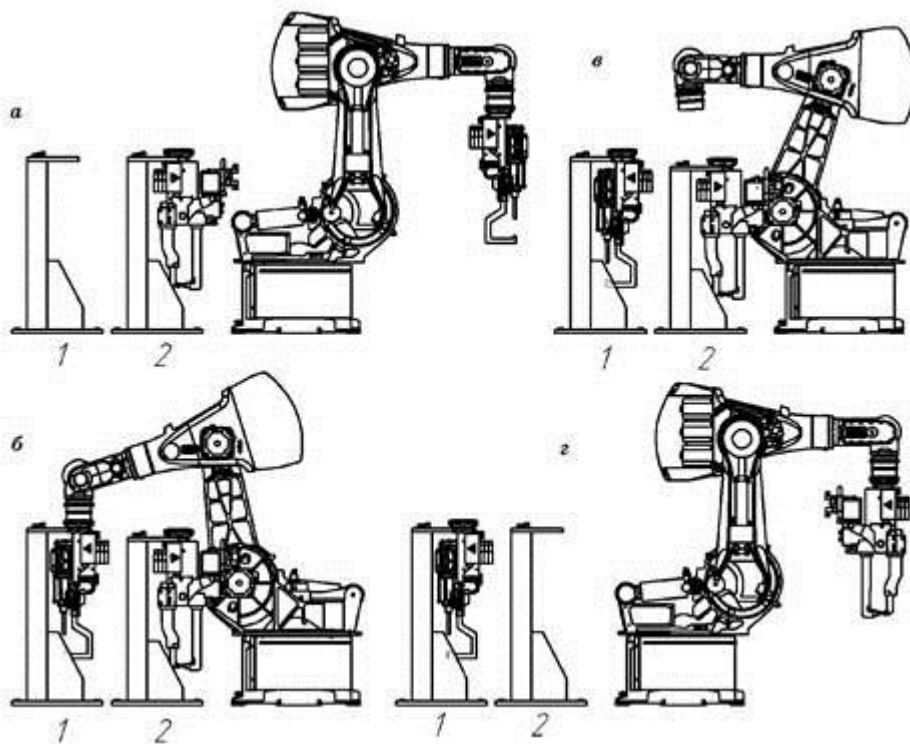


Рисунок 150 – Работа устройства автоматической смены инструмента ПР для контактной сварки

**Роботизированная автоматическая линия** — это совокупность роботизированных технологических комплексов, связанных между собой транспортными средствами и системой управления, или нескольких единиц технологического оборудования, обслуживаемых одним или несколькими промышленными роботами для выполнения операций в принятой технологической последовательности.



Рисунок 151 – Роботизированная автоматическая линия

В роботизированных автоматических линиях сварки кузовов автомобилей тоже используются роботы, манипуляторы которых оснащены сварочными клещами. При этом количество роботов в одной линии может достигать нескольких десятков. На рисунке 152 представлена часть такой линии, состоящей из манипуляторов 1, которые осуществляют позиционирование сварочных клещей относительно места простановки точек кузова автомобиля, перемещающегося по конвейерной ленте 2. При отработке циклограммы такой линии (рис. 153) после отработки каждого цикла робот встает на концевой выключатель 3, при условии срабатывания всех концевых выключателей происходит передвижение конвейера вперед на один шаг. После заданного количества отработанных циклов сварки робот позиционирует клещи относительно зачистной машинки 4, осуществляя тем самым обновление рабочей поверхности электродов сварочных клещей. При попадании человека за пределы ограждения 5 звучит тревожный сигнал, и работа автоматической линии останавливается.

Принятое обозначение роботов на таких линиях:

**NRM,**

где N — номер участка; R — обозначает «робот»; M — номер робота на данном участке.



Например: 01R02 — робот 02 на участке 01.

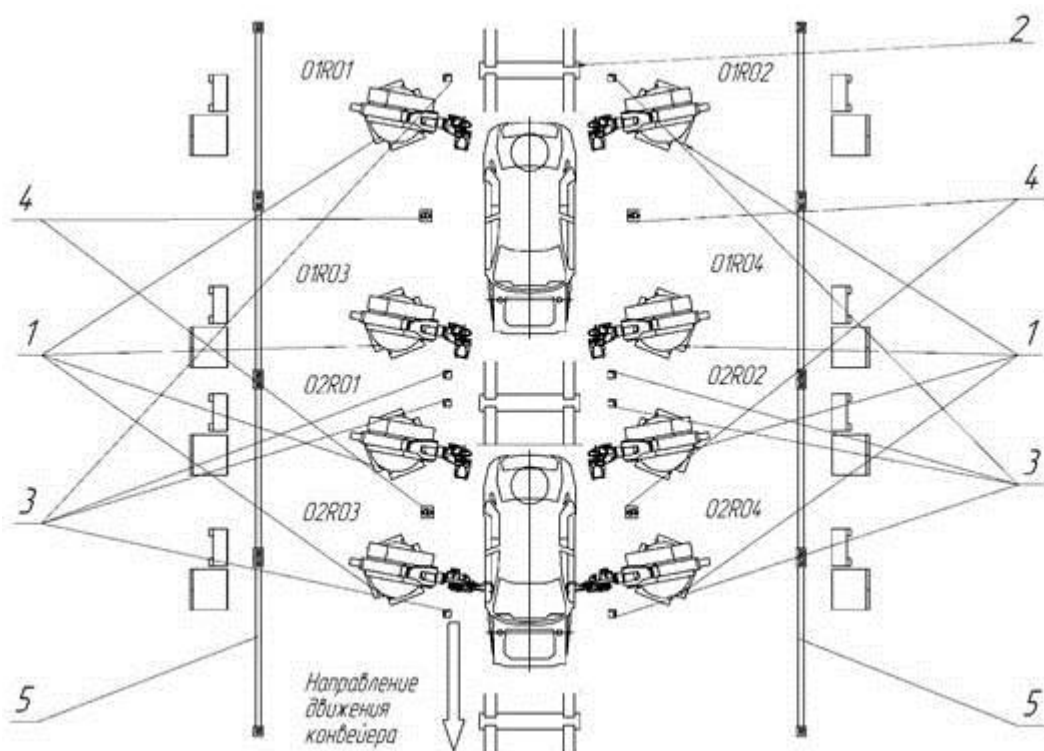


Рисунок 152 – Роботизированная автоматическая линия с использованием конвейера

Участок линии	Манипулятор	Состояние	Время, с
Участок сварки 1	01R01	сварка на концевике	[Timing diagram showing pulse sequences for the four robots in this section]
	01R02	сварка на концевике	
	01R03	сварка на концевике	
	01R04	сварка на концевике	
Участок сварки 2	02R01	сварка на концевике	[Timing diagram showing pulse sequences for the four robots in this section]
	02R02	сварка на концевике	
	02R03	сварка на концевике	
	02R04	сварка на концевике	
Конвейер		шаг вперед стоп	[Timing diagram for the conveyor showing step and stop pulses]

Рисунок 153 – Циклограмма работы роботизированной автоматической линии

### Тема: «Грузоподъемные устройства. Типовые крановые механизмы»

Для подъема грузов и людей применяют различные подъемники. По назначению их подразделяют на грузовые и грузопассажирские.

#### **По способу установки:**

- свободно стоящие и приставные,
- закрепляемые к конструкции зданий и сооружений;

#### **По возможности перемещения:**

- передвижные и стационарные.

Свободно стоящие подъемники, как правило, имеют небольшую высоту подъема и в большинстве случаев выполняются как передвижные.

**Приставные подъемники** имеют значительную высоту подъема (до 150 м). При перестановке их разбирают на отдельные монтажные узлы (рис. 154).

**К грузоподъемным устройствам относятся** переносные монтажные стрелы, мачтовые краны, монтажные мачты, шевры, монтажные порталы и т.д. Их оснащают лебедками и полиспастами. Оснащение, установка и перемещение этих устройств относятся к такелажным работам.

**Переносные монтажные стрелы** (рис. 155, а) применяют для монтажа различного оборудования или конструкции. Их крепят к строительным конструкциям, которые должны быть проверены на нагрузки, возникающие в узлах крепления переносной стрелы. Они бывают решетчатой и трубчатой конструкции. Благодаря шарниру 1 можно менять вылет стрелы и осуществлять ее поворот. Вылет стрелы регулируют стреловым полиспастом 3, а груз поднимают грузовым полиспастом 4. Переносные монтажные стрелы имеют грузоподъемность 3...10 т при длине стрелы 10 ... 25 м.

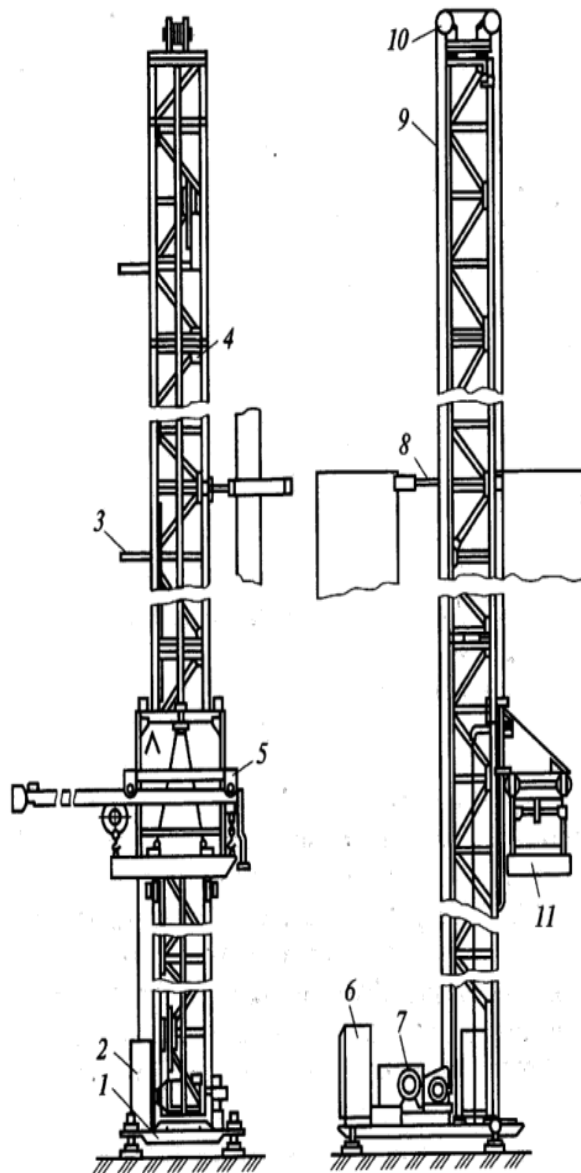


Рисунок 154 – Мачтовый подъёмник

1 — опорная рама; 2 — барабан-кабелеукладчик; 3 — скоба для подвешного кабеля; 4 — мачта; 5 — грузовая каретка; 6 — шкаф электрооборудования; 7 — грузовая лебедка; 8 — настенная опора; 9 — грузовой канат; 10 — отводной блок; 11 — грузовая клеть

Мачтовые краны (рис. 155, б, в) применяют для подъема грузов массой 15...40 т и более. На этих кранах стрела 2 крепится к мачте 6 шарнирно, ее вылет можно менять. Стрела поворачивается вокруг вертикальной оси вместе с мачтой, т. е. при вращении всего крана. Груз поднимают грузовым полиспастом 4, а вылет стрелы изменяется стреловым полиспастом 3.

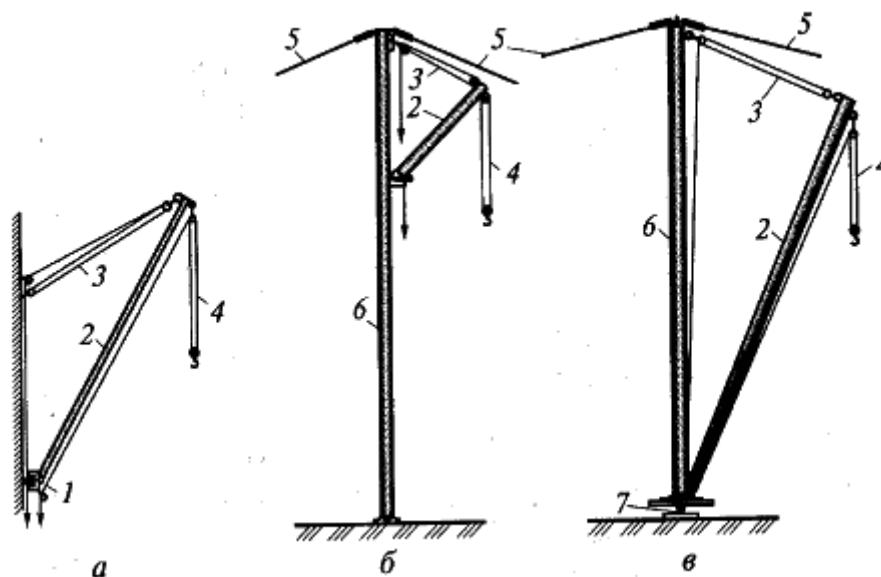


Рисунок 155 – Простейшие грузоподъемные устройства  
а — переносная монтажная стрела; б, в — мачтовые краны; 1 — шарнир;  
2 — стрела; 3, 4 — соответственно стреловой и грузовый полиспасты; 5 —  
ванты; 6 — мачты; 7 — шаровая пята

Монтажные мачты (рис. 156) представляют собой стержень, установленный вертикально или с наклоном  $10...12^\circ$ . В устойчивом положении мачта удерживается вантами (расчалками), которые крепятся одним концом за верх мачты, другим — за якоря. Вант должно быть не менее трех, угол между ними в плане должен составлять не более  $120^\circ$ . Обычно для закрепления мачт устанавливают четыре ванта, каждой из которых дается предварительное натяжение. Угол заложения вант к горизонту должен составлять не более  $45^\circ$ .

Монтажные мачты используют для единичных подъемов и в тех случаях, когда монтажных кранов нет или использовать их нерационально.

Шевры (рис. 160) представляют собой А-образную раму, нижний конец которой закрепляется шарнирно, а верхний удерживается канатом 5 или полиспастом. С помощью грузового полиспаста 1 можно поднимать груз, а затем, изменив наклон шевра, удерживать его в нужном положении. Для изменения направления канатов служат отводные блоки 3. Сбегающий канат 4 грузового полиспаста идет на подъемную лебедку. Канат 5 для изменения наклона вылета шевра идет ко второй лебедке.

В зависимости от назначения шевры подразделяются на стационарные и передвижные. Стационарные шевры шарнирным концом крепят к опоре или фундаменту, а тяги или полиспаст — непосредственно к якорям. Передвижные шевры устанавливают горизонтальную раму. Шарнирный конец шевра крепят за один конец рамы, а канатную тягу или полиспаст — за другой.

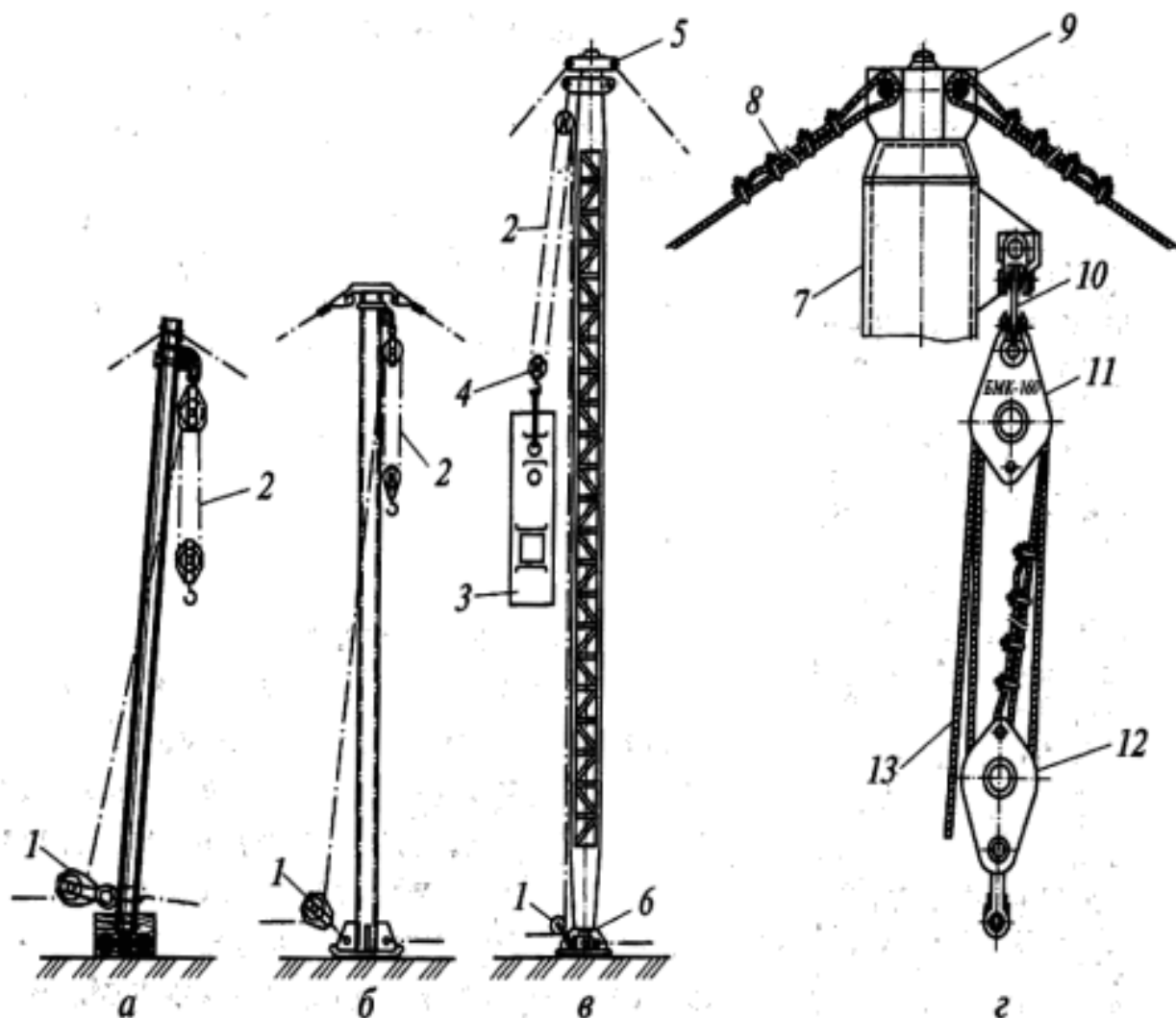


Рисунок 156 – Монтажные мачты

а – деревянная; б – металлическая трубчатая; в – металлическая решетчатая; г – оголовок трубчатой мачты; 1 – отводной блок; 2 – грузовой полиспаст; 3 – поднимаемый груз; 4 – оттяжка для груза; 5 – «паук»; 6 – шарнир; 7 – мачта; 8 – ванты; 9 – оголовок мачты; 10 – подвеска; 11 – неподвижный блок монтажного полиспаста; 12 – подвижный блок; 13 – сбегаящая нить полиспаста.

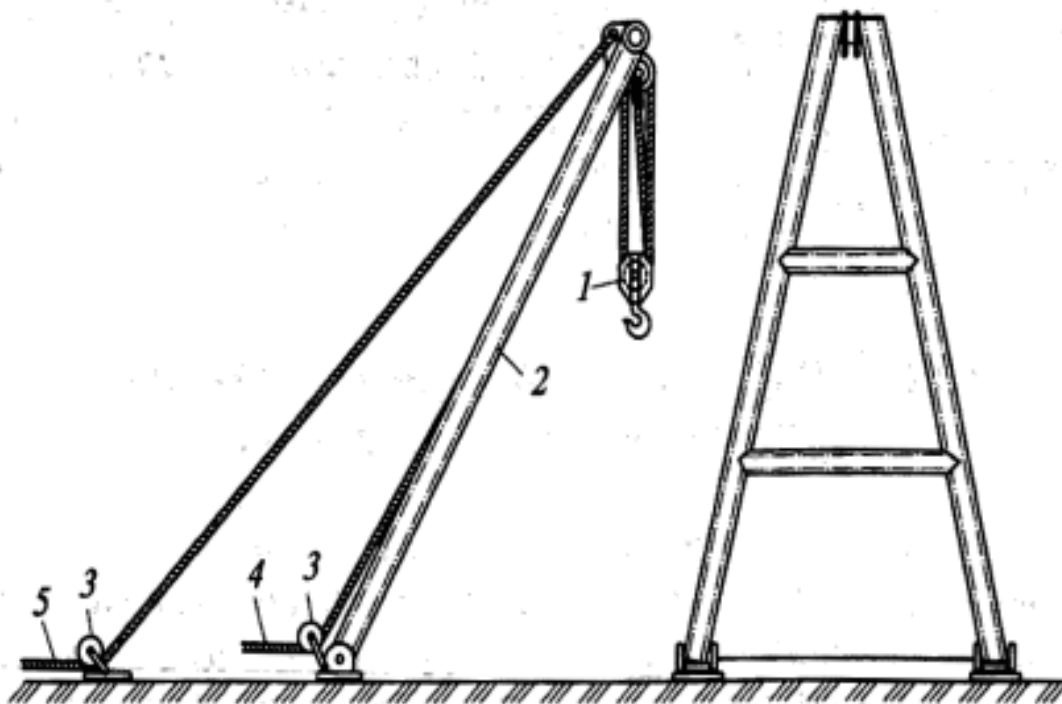


Рисунок 160 – Шевр

1 – грузовой полиспаст; 2 – шевр; 3 – отводные блоки; 4 – канат грузового полиспаста, идущий на подъемную лебедку; 5 – канат, идущий на вторую лебедку и служащий для изменения наклона вылета шевра.

Монтажный портал (рис. 161) представляет собой П-образную раму с жесткими или шарнирными узлами. Он состоит из двух мачт, связанных наверху тягой или жестким ригелем. Порталы бывают неподвижные и качающиеся (наклонные). Применяют порталы в случаях, когда нужно поднять большой объемный груз на значительную высоту.

Иногда между мачтами портала ставят ванты. Их оснащают полиспастами, для того чтобы можно было наклонять портал в обе стороны от вертикальной плоскости рамы портала.

На ригеле портала подвешивают полиспасты, чаще два, причем располагают их ближе к мачтам, чтобы уменьшить изгибающий момент в ригеле.

Если портал качающийся, то ригель соединяют со стойками (мачтами) горизонтальными шарнирами.

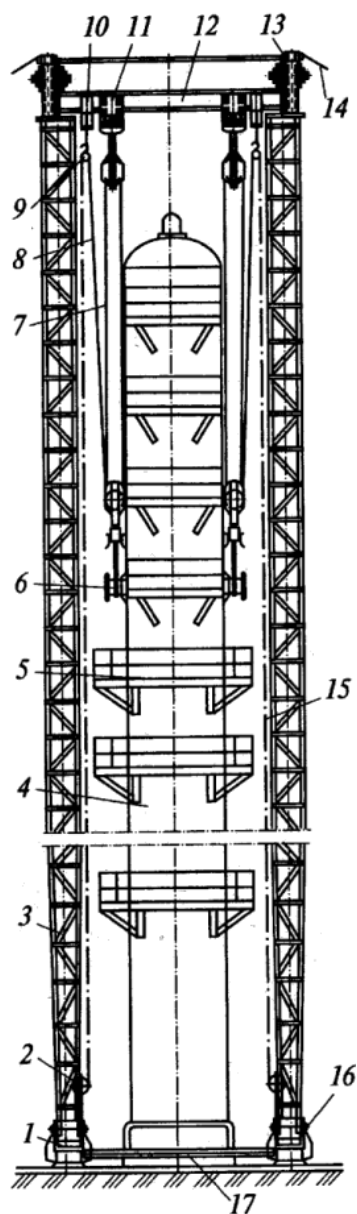


Рисунок 161 – Монтажный портал

1 — башмак; 2, 9 — отводные блоки; 3 — мачта; 4 — поднимаемый аппарат; 5 — площадки; 6 -ложный штуцер; 7 — полиспасты; 8, 15 — сбегающие нити грузового полиспаста; 10 — подвеска отводного блока; 11 — подвеска полиспаста; 12 -ригель; 13 — листовая накладка; 14 — ванты; 16 — опорный шарнир; 17 — стяжка.

## Учебное занятие 43

### Тема: «Назначение и виды транспортирующих машин, их основные характеристики»

Транспортирующие машины (конвейеры) предназначены для перемещения массового груза непрерывным потоком без остановок для их загрузки и разгрузки.

Массовыми называют грузы, состоящие из большого числа однородных частиц или кусков, а также штучные однородные грузы, перемещаемые в большом количестве. Транспортные операции по перемещению таких грузов отличаются однотипностью, поэтому конвейеры значительно легче поддаются автоматизации, чем грузоподъемные машины.

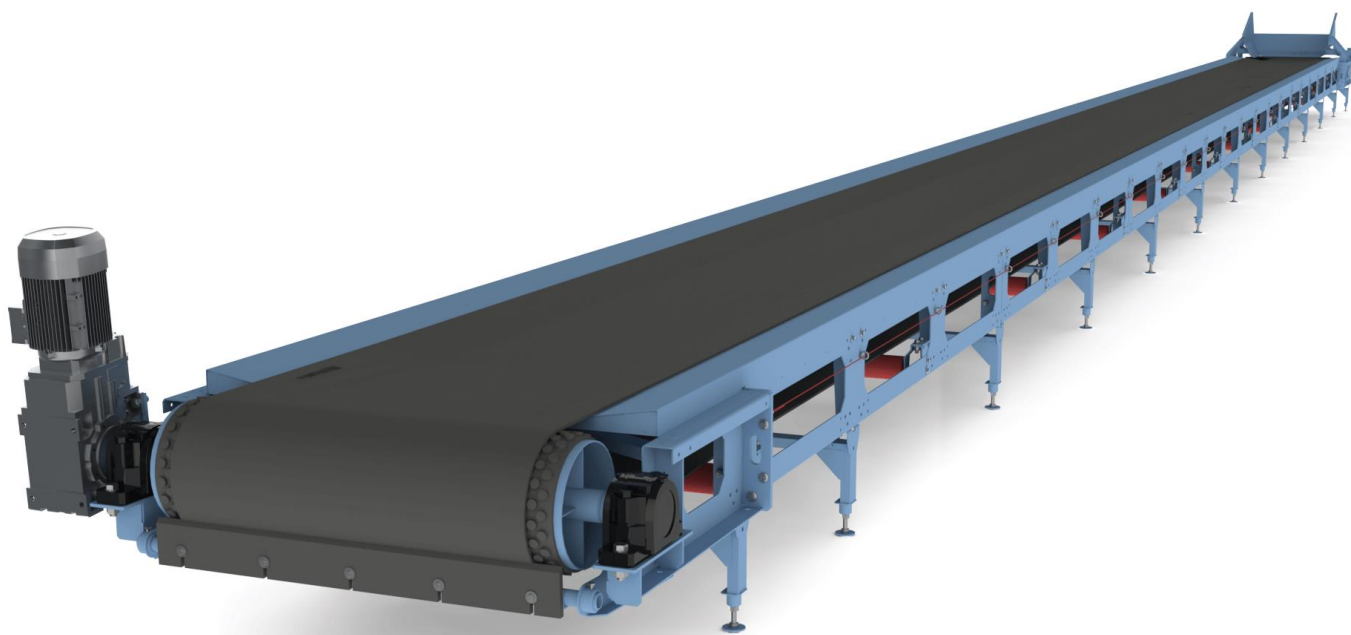


Рисунок 162 – Конвейер

Основной характеристикой конвейеров является их производительность.

Все устройства непрерывного транспорта можно подразделить на две группы:

- – транспортирующие машины с тяговым органом (лента, цепь, канат), в которых груз перемещается вместе с тяговым органом,
- – транспортирующие машины без тягового органа.

#### **Транспортирующие машины с тяговым органом**

Группа транспортирующих машин с тяговым органом включает в себя ленточные и цепные конвейеры различного вида и назначения.

Ленточные конвейеры (рис. 163, а) имеют: тяговый орган 2, выполненный в виде бесконечной ленты, являющейся одновременно и несущим элементом конвейера; приводной барабан 1, натяжное устройство с натяжным хвостовым барабаном 6 и натяжным грузом 7, поддерживающих роликов на рабочей ветви ленты 4 и на холостой ветви ленты 8, загрузочное устройство 5 и разгрузочное устройство 3 отклоняющий барабан 10, устройство для очистки ленты 11. Все элементы конвейера смонтированы на металлической раме 9.



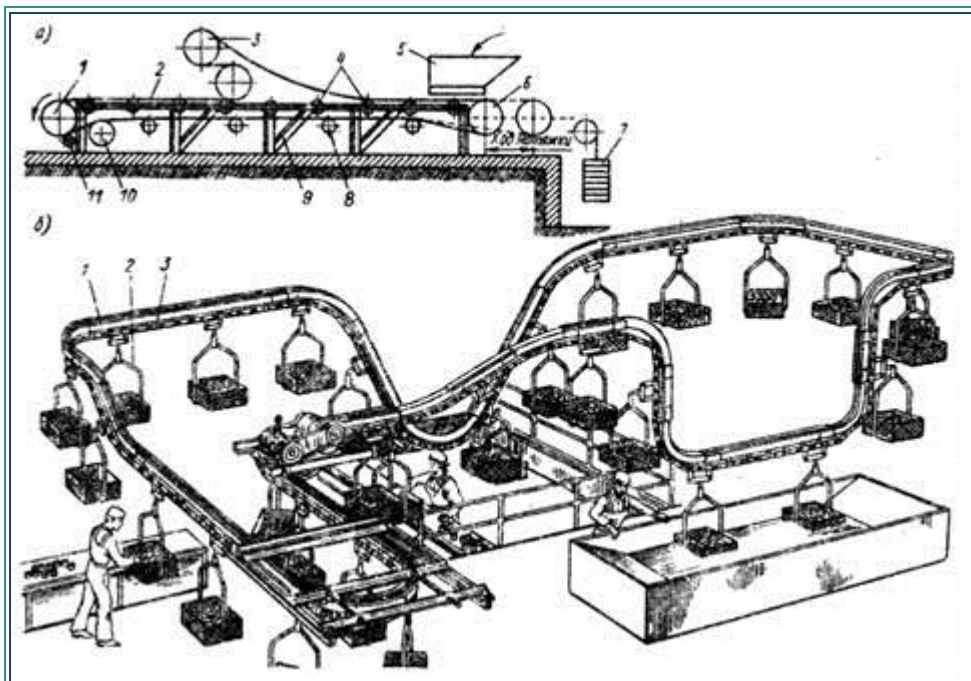


Рисунок 163– Конвейеры с тяговым органом

В ленточных конвейерах лента используется в качестве транспортирующего органа, осуществляя одновременно и тяговую связь между барабанами конвейера. В конвейерах применяют ленты резиноканевые, резинокросовые и стальные. Наиболее распространены резиноканевые ленты, ткань которых состоит из хлопчатобумажных волокон (бельтинг).

В последнее время в производстве резиноканевых лент все большее распространение получают ткани из комбинированных и синтетических волокон:

- – полиэфирные,
- – вискозные,
- – капроновые,
- – амидные,
- – лавсановые.

Все более широкое применение находят резинокросовые ленты со стальными канатами, завулканизированными между слоями ткани вдоль продольной оси ленты.

При одинаковой толщине резинокросовая лента в 15–25 раз прочнее резиноканевой. Для транспортирования материала при высоких и низких температурах, и материалов химически агрессивных применяют стальные ленты – холоднокатаные толщиной 0,6 –1,2 мм и проволочные (плетеные и шарнирно-звеньевые).

В машиностроительном производстве ленточные конвейеры получили широкое применение для межоперационного транспортирования грузов в поточном производстве, для транспортирования в литейных цехах (подача формовочной земли) и т. п. Конвейеры с проволочной стальной лентой применяют для транспортирования деталей с одновременной их термообработкой.

В цепных конвейерах тяговым органом являются цепи различного типа. Для перемещения груза конвейеры снабжаются пластинами, образующими полотно

конвейера, или ковшами, люльками, специальными подхватами, тележками и т. п. Одновременно с транспортированием груза на цепном конвейере могут производиться различные технологические операции. Особенно широко применяют цепные конвейеры в сборочных цехах (сборочные конвейеры), а также в автоматических цехах и заводах, так как цепной конвейер можно легко приспособить к выполнению данного технологического процесса и автоматизировать его работу по заданной программе.

Для транспортирования штучных и массовых грузов, а также для автоматических и поточных линий, для линий сборки находят применение тележечные конвейеры, изгибающиеся в вертикальной или горизонтальной плоскости. Цепи этих конвейеров соединены с тележками, передвигающимися на катках по рельсам.

Весьма актуальной задачей современного производства является бесперегрузочное транспортирование грузов (в особенности штучных изделий и комплектующих узлов) по сложной пространственной трассе, проходящей на протяжении всего технологического процесса от получения первичной заготовки до готовой продукции. Эта задача успешно решается с помощью подвесных цепных конвейеров различных типов.

Подвесной конвейер (рис. 163, б) состоит из замкнутого тягового органа (цепи или каната) 3 с каретками, служащими для поддержки тягового органа и прикрепления подвесок 2. Катки кареток тяговым органом перемещаются по замкнутому подвесному пути 1. Для возможности создания пространственной трассы конвейера тяговый орган должен иметь гибкость в горизонтальной и вертикальной плоскости.

Большая протяженность конвейера в сочетании с его пространственной гибкостью позволяет обслуживать одним конвейером законченный производственный цикл, причем перемещаемые грузы могут подвергаться различным технологическим операциям: очистке в пескоструйных камерах; наклепу в дробеструйных камерах, травлению или пропитке в химических ваннах; нанесению лакокрасочных покрытий; сушке и т. п. Это сделало подвесные конвейеры наиболее распространенными средствами внутрицехового и межцехового транспортирования грузов и межоперационной передачи изделий в поточном производстве.

### **Транспортирующие машины без тягового органа**

К группе транспортирующих устройств непрерывного транспорта относятся:

- различные виды гравитационных устройств,

- качающиеся конвейеры

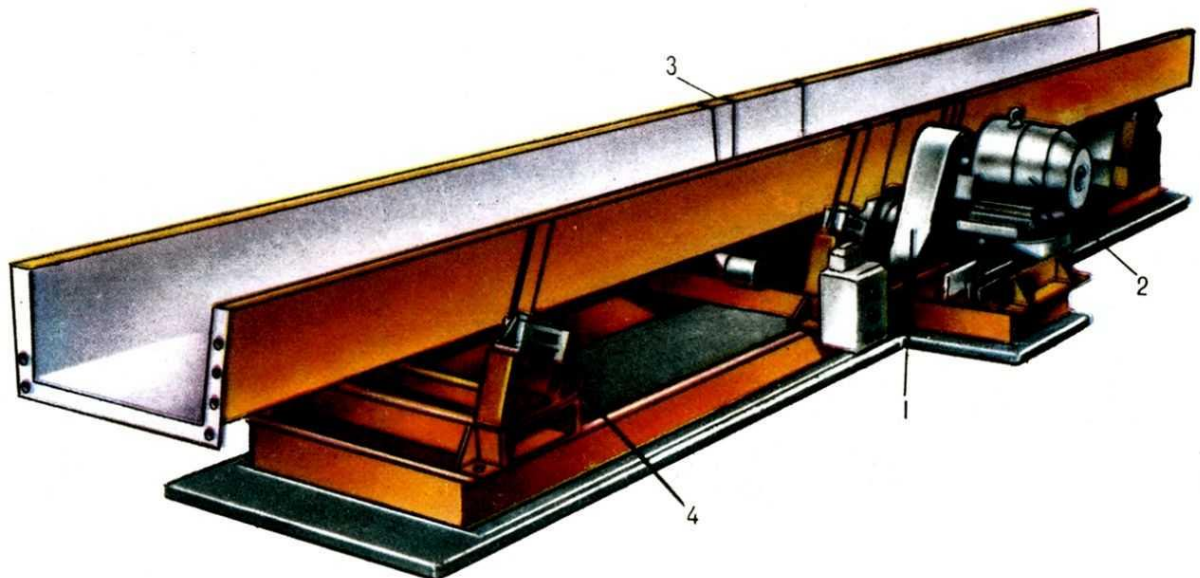


Рисунок 164– Качающийся конвейер

- Шнеки

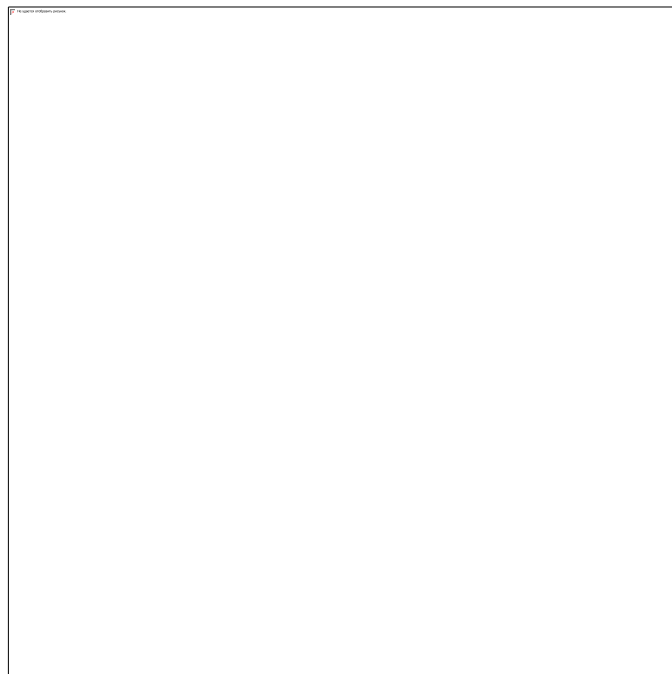


Рисунок 165 – Шнек

- пневматические устройства.

В гравитационных устройствах для транспортирования грузов используют силу тяжести. Простейшими гравитационными устройствами являются наклонная плоскость, желоб, труба, по которым скатывается транспортируемый груз. К гравитационным устройствам для транспортирования грузов относятся также не приводные рольганги, в которых наклонная плоскость образована из ряда роликов, установленных на раме (рис. 166, а). В ряде отраслей промышленности, особенно в прокатных цехах, рольганги используются не только как гравитационные устройства, но и как приводные. В этом случае ролики получают принудительное вращение от привода и сообщают поступательное движение грузу в горизонтальном направлении.

Качающиеся конвейеры применяют для транспортирования на небольшие расстояния всех видов насыпных грузов, кроме липких. В машиностроительном производстве их широко используют для транспортирования металлической стружки, смоченной эмульсией и маслом, горячей земли, выбитой из литейных форм, мелкого литья и других грузов

Качающийся конвейер представляет собой желоб, подвешенный или опертый на неподвижную раму.

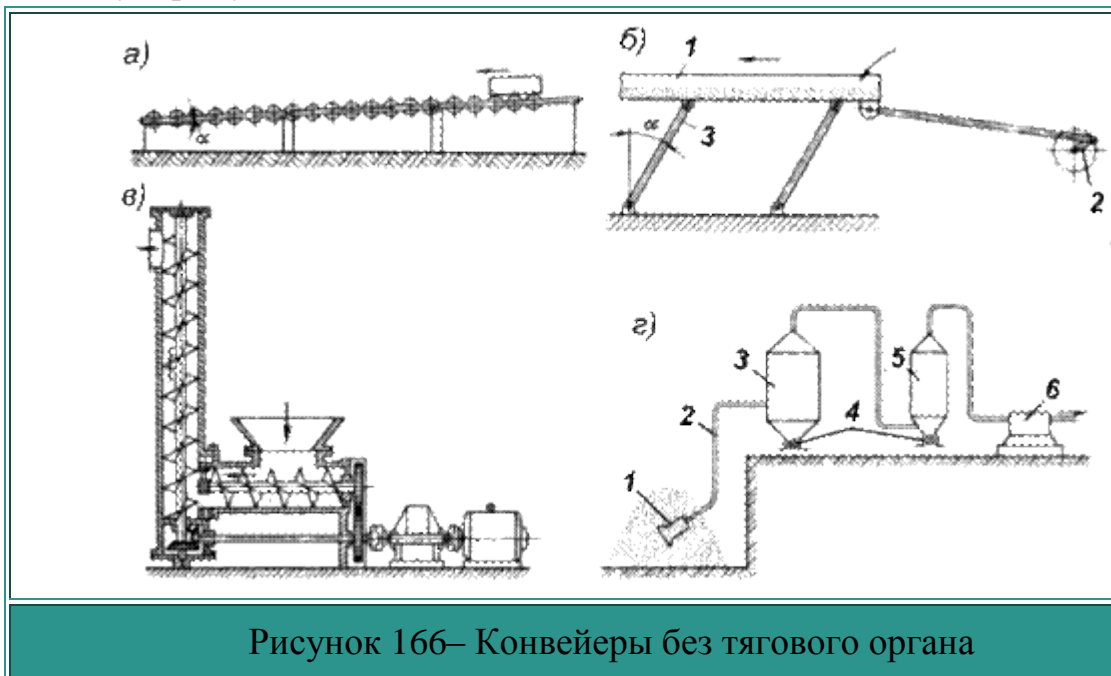


Рисунок 166– Конвейеры без тягового органа

Желоб совершает колебательные движения, вследствие чего находящийся в нем груз перемещается вдоль желоба.

На рисунке 166 (б) показана схема качающегося конвейера инерционного типа. Конвейер состоит из стального желоба 1, совершающего колебательные движения на упругих стойках 3, изготовленных из рессорно-пружинной стали, от кривошипа 2. Так как опорные стойки установлены наклонно (под углом  $\alpha$ ) к желобу, последний вместе с грузом при движении вперед несколько приподнимается, а при движении назад опускается, в результате чего груз периодически перемещается вперед.

Шнеком (винтовым конвейером) называют устройство, в котором транспортирование материала по желобу или трубе осуществляется витками вращающегося винта. Витки винта штампуют из стального листа толщиной 4 – 8 мм и затем приваривают к валу.

Шнеки применяют не только для перемещения груза по горизонтали, но также по наклонным и вертикальным желобам (рис. 166, в). Благодаря простоте герметизации трубопровода шнеки широко используют для транспортирования пылящих, горячих или выделяющих вредные испарения грузов. При помощи шнеков удобно транспортировать пылевидные, мелкозернистые и волокнистые материалы. В механообрабатывающих цехах шнеками транспортируют металлическую стружку.

Пневматические транспортирующие устройства предназначены для транспортирования по трубам в смеси с воздухом порошкообразных мелковолоконистых и зернистых материалов, скорость которым сообщается движущимся потоком воздуха.

В зависимости от способа создания движения воздуха по трубопроводам установки пневмотранспорта делят на:

- – всасывающие,
- – нагнетающие,
- – смешанные.

На машиностроительных предприятиях для отвода стружка и пыли, образующихся при обработке резанием таких материалов, как текстолит, стекловолокно и т. п., широко применяют пневмоустройства всасывающего типа, работающие в результате создания в трубопроводе разрежения и всасывания в него атмосферного воздуха вместе с грузом.

Во всасывающем устройстве вакуум-насос 6 (рис. 166, г) создает разрежение, благодаря которому воздух вместе со стружкой и пылью через сопло 1 засасывается в трубопровод 2. В отделительной камере 3 происходит осаждение груза, и воздух, содержащий мелкую пыль, проходит через фильтр 5.

Очищенный воздух через вакуум-насос выбрасывается в атмосферу. Удаление груза производят через шлюзовые затворы 4, препятствующие засасыванию воздуха из атмосферы. При работе всасывающей установки отсутствует пыление, что весьма существенно в санитарно-гигиеническом отношении.

Такие устройства пневмотранспорта целесообразно применять при необходимости доставки груза разветвленным трубопроводом из нескольких пунктов погрузки к одному пункту разгрузки.

### **Колесные транспортные средства**

Колесные транспортные средства получили наибольшее распространение для перемещения грузов в ГПС. Наибольшее применение в практике получили автоматические колёсные тележки (АКТ) с размещением груза на платформе.

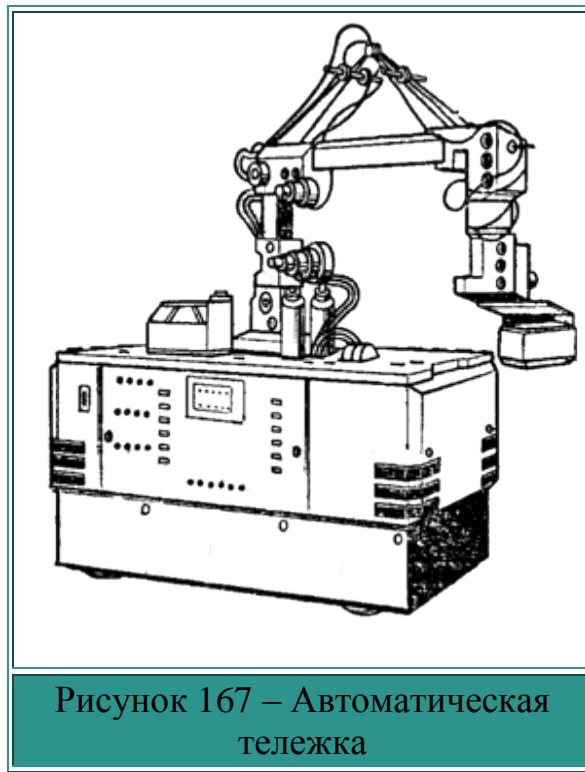
Колесные тележки делятся на:

- рельсовые,
- безрельсовые.

Рельсовые АКТ отличаются более простой системой управления для отслеживания маршрута. При изменении маршрута движения используют стрелочные переводы. У этих тележек высокая скорость движения и точность позиционирования, но рельсовые пути занимают дополнительную производственную площадь и мешают проезду других, например цеховых и заводских, транспортных средств. Изменение планировки ГПС, обслуживаемых рельсовой тележкой, сложнее, чем для безрельсовых АКТ.

Одной из главных отличительных характеристик безрельсовых АКТ является способ отработки маршрута движения.

Наиболее часто применяют тележки с индуктивной связью, маршрут которых определяется заложенным в пол на небольшую глубину проводником. По проводнику пропускается электрический ток повышенной частоты, и установленные на тележке индукционные датчики, регистрируя электромагнитное поле проводника, позволяют определить возникающее отклонение от маршрута.



Конструкция тележки и алгоритм управления зависят от способа передачи груза между верхней грузонесущей платформой АКТ и приёмно-передающим устройством накопителя.

Автоматическая тележка оснащена, роботом для перемещения грузов (рис.167).

Тема: «Устройство и принцип работы ленточного конвейера, цепных и роликовых конвейеров. Требования техники безопасности»

**Ленточный конвейер** — транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим органом в виде ленты.

Ленточный конвейер является наиболее распространённым типом транспортирующих машин, он служит для перемещения насыпных или штучных грузов. Применяется на промышленных производствах, в рудниках и шахтах, в сельском хозяйстве. В зависимости от свойств и природы перемещаемого груза угол наклона рабочей стороны ленты может быть установлен до  $90^\circ$ .

Часто конвейерная лента является одной из частей транспортирующего устройства. Например, зернопогрузчик, применяющийся на механизированном току для сбора зерновой массы с площадки, имеет щёточные скребки, далее зерно поднимается норией и попадает на ленточный конвейер, который забрасывает зерно в кузов грузового автомобиля.

Ленточные конвейеры бывают передвижными, переносными, поворотными и стационарными. Стационарные машины применяют для перемещения большого количества материалов на расстояние от 3 до 3000 м., а передвижные и переносные машины – для перемещения небольшого количества материала на расстояние от 2 до 20м. В практике применяют последовательно расположенные конвейеры для перемещения материала на десятки километров.

## Ленточные конвейеры

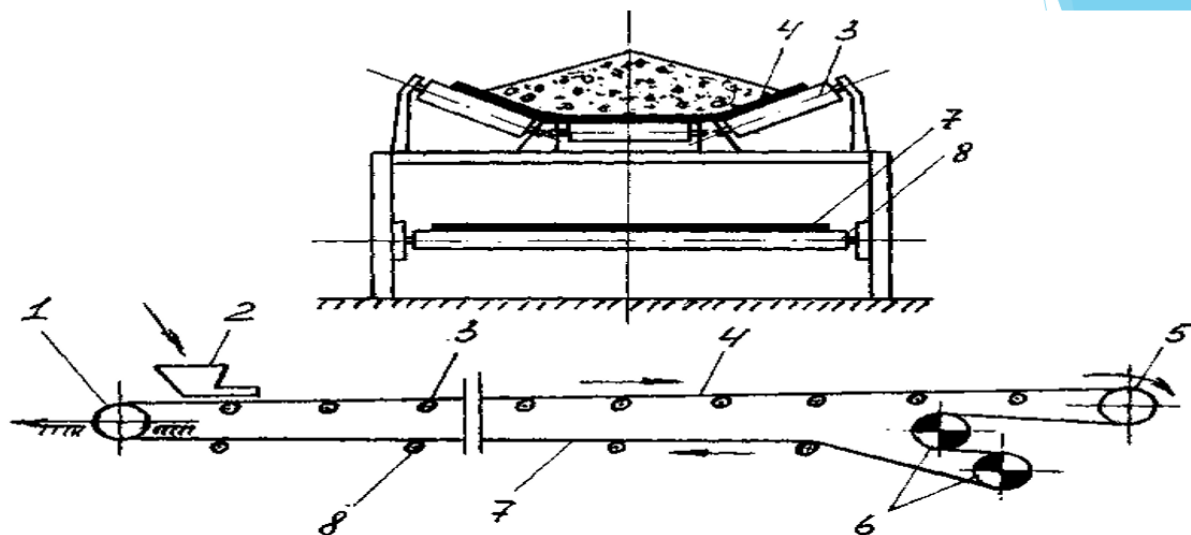


Схема ленточного конвейера.

- 1 - натяжной барабан, 2 - загрузочное устройство, 3 - роlikоопоры верхней ветви ленты, 4 - верхняя ветвь ленты, 5 - разгрузочный барабан, 6 - приводные барабаны, 7 - нижняя ветвь ленты, 8 - роlikоопоры нижней ветви ленты

## Достоинства и недостатки

### Достоинства:

- ▶ высокая производительность;
- ▶ большая длина одного става;
- ▶ незначительное измельчение груза при транспортировании;
- ▶ простота конструкции и небольшая масса;
- ▶ надежность работы ;
- ▶ возможность полной автоматизации;
- ▶ безопасность и бесшумность работы.

### Недостатки:

- ▶ быстрый износ ленты;
- ▶ необходимость частого центрирования хода ленты;
- ▶ сложность переноски на новую дорогу;
- ▶ чувствительность к искривлению оси конвейера в плане;
- ▶ работа при углах наклона выработки

## ПЛАСТИНЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ



При транспортировании материалов с острыми кромками, перемещения горячих материалов, деталей и изделий применяют пластинчатые конвейеры, у которых тяговым органом являются две бесконечные цепи, огибающие приводные и натяжные звездочки.

К тяговым цепям прикрепляют металлические пластины, перекрывающие друг друга и исключая просыпание материала между ними.



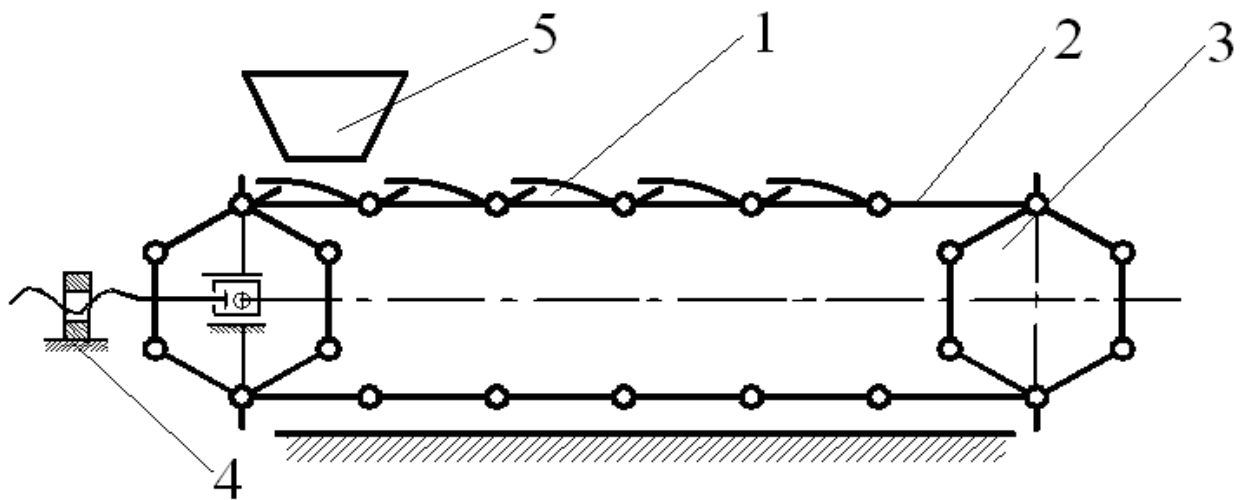


Рисунок 168 – Пластинчатый конвейер  
 1 – настил; 2 – тяговая цепь; 3 – приводная звездочка; 4 – натяжное устройство; 5 – загрузочный бункер

### Достоинства:

- возможность транспортирования абразивной горной массы по криволинейной трассе с малыми радиусами закруглений;
- меньшие сопротивления перемещению и расход энергии, чем в скребковых конвейерах;
- возможность установки промежуточных приводов, что позволяет увеличить длину конвейера в одном ставе.

### Недостатки:

- большая масса настила и цепей и их высокая стоимость;
- наличие большого количества шарниров цепей, требующих дополнительного обслуживания;
- сложность замены изношенных катков тяговых цепей большие сопротивления движению.



Рисунок 169 – Роликовый конвейер

**Роликовый конвейер** – устройство для транспортирование массовых штучных и тарных грузов по роликам, размещённым на не большом расстоянии один от другого на опорной станине.

Роликовые конвейер бывают не приводные и приводные. На приводных штучные грузы продвигаются вручную или сползают под действием силы тяжести, а на приводных ролики вращаются от бесконечной цепи или ленты либо каждый ролик получает вращение от индивидуального электропривода. Не приводные нашли применение на промышленных предприятиях.

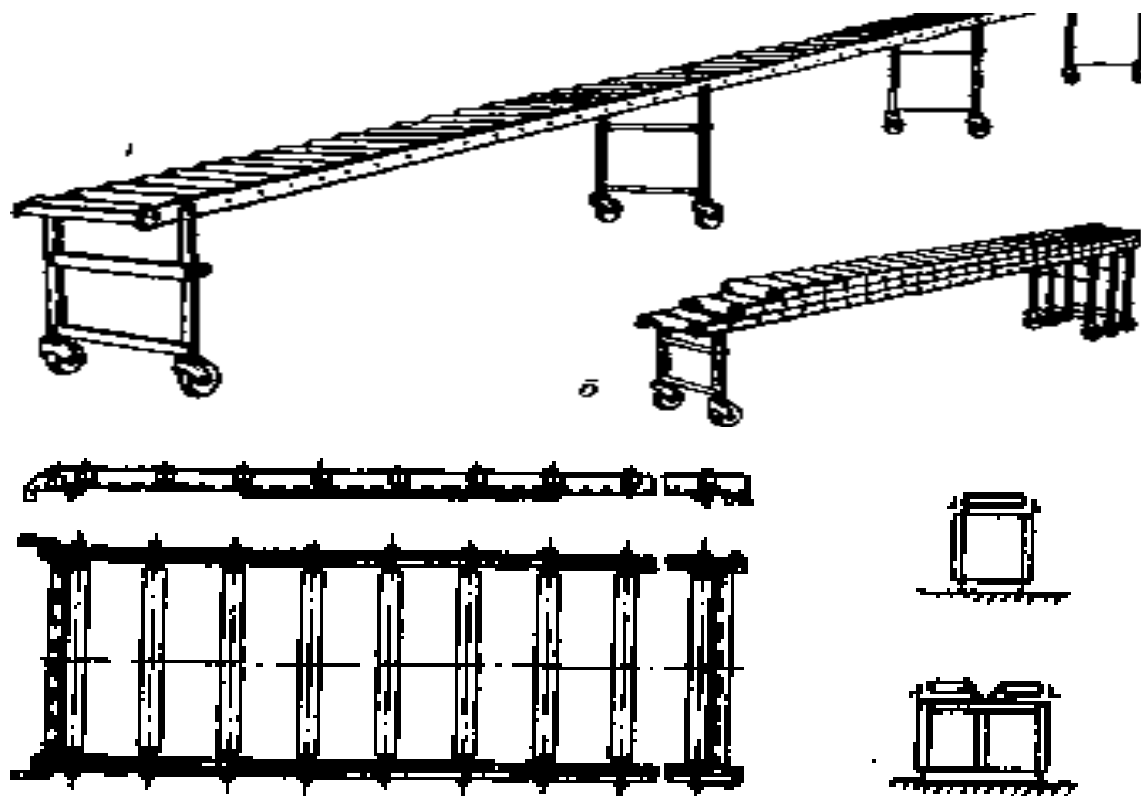


Рисунок 170 – Роликовый конвейер

## Достоинства:

- ▶ способность работать в помещениях с повышенной влажностью, кислотностью и щелочностью (в агрессивных средах);
- ▶ повышенная грузоподъемность конструкции;
- ▶ возможность реверсивного движения.

## Недостатками:

- ▶ значительные энергетические затраты, связанные с перемещением объекта при помощи приводного органа (привода).

## Техника безопасности

### Общие требования по охране труда

1 Настоящая инструкция регламентирует основные требования безопасности при работе с ленточными конвейерами (далее – конвейерами).

2 К работе конвейером допускаются лица, не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию и прошедшие:

- а) медицинский осмотр;
- б) вводный инструктаж; в первичный инструктаж на рабочем месте;
- в) стажировку под руководством опытного работника;
- г) проверку знаний по вопросам охраны труда по основной профессии и видам выполняемых работ;
- д) проверку знаний по электробезопасности и аттестованные на 1 квалификационную группу по электробезопасности;

3 Рабочий, не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда и соответствующую ежегодную проверку знаний, не должен приступать к работе.

4 Не допускается пользоваться инструментом, приспособлениями и оборудованием, обращению с которыми рабочий не обучен.

5 Рабочий должен соблюдать правила пожарной безопасности, а также правила внутреннего трудового распорядка.

6 Курить разрешается только в специально отведенных местах.

7 Употреблять спиртные напитки и наркотические вещества перед и в процессе работы запрещается.

8 При работе с конвейером необходимо знать, что наиболее опасными факторами, которые могут действовать на рабочего во время работы, являются:  
движущиеся части оборудования  
повышенный уровень шума на рабочем месте.

9 Работаящий на конвейере должен выполнять работу в спецодежде предусмотренной нормами выдачи специальной одежды.

10 СИЗ выдаются в соответствии с Нормами выдачи средств индивидуальной защиты согласно профессии.

11 Рабочий должен выполнять только работу, порученную ему непосредственным руководителем. Во время работы необходимо быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры.

12 О замеченных нарушениях требований безопасности на своем рабочем месте, а также о неисправностях инструмента и средств индивидуальной защиты сообщить своему непосредственному руководителю и не приступать к работе до устранения замеченных недостатков.

13 Рабочий должен знать и уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшему в соответствии с правилами по оказанию первой медицинской помощи.

14 При каждом несчастном случае, очевидцем которого он стал, рабочий должен немедленно оказать пострадавшему первую доврачебную помощь, вызвать врача или помочь доставить пострадавшего в здравпункт или ближайшее медицинское учреждение, сообщить о случившемся руководителю работ.

15 Если несчастный случай произошел с самим рабочим, он должен по возможности обратиться в здравпункт, медицинское учреждение, откуда должно быть направлено сообщение нанимателю.

16 Рабочий должен соблюдать правила личной гигиены. Перед приемом пищи или курением необходимо мыть руки с мылом. Для питья необходимо пользоваться водой из специально предназначенных для этой цели устройств.

17 За невыполнение требований инструкции работник несет ответственность согласно правилам внутреннего трудового распорядка и действующего законодательства.

### **Требования охраны труда перед началом работ**

1 Перед началом работы на конвейере необходимо привести в порядок одежду: застегнуть, завязать обшлага рукавов, подобрать свисающие концы, надеть головной убор.

2 Осмотреть рабочее место; убрать из-под ног все, что мешает при работе. Если пол скользкий, потребовать, чтобы его вытерли или сделать это самим. Убедиться в исправности выданного инструмента.

3 Проверить, хорошо ли освещено рабочее место; местное освещение должно быть низковольтным до 36В. В необходимых случаях пользоваться переносной лампой.

### **Требования охраны труда при выполнении работы**

1 Конструкция конвейера не должна допускать:

- заклинивания и зависания груза;
- падения груза с конвейера.

2 Не допускается загрузка конвейера сверх расчетных норм, установленных в технических условиях или эксплуатационной документации.

3 Приемная часть конвейеров, загружаемых вручную штучными грузами, должна быть расположена на горизонтальном или наклонном участке конвейера с уклоном не более  $5^\circ$  в сторону загрузки.

4 На наклонных конвейерах (наклонных участках конвейеров) штучные грузы при транспортировании должны находиться в неподвижном состоянии по отношению к плоскости грузонесущего элемента конвейера и не менять положения, принятого при загрузке.

5 Не допускается самопроизвольное перемещение в обратном направлении грузонесущего элемента с грузом при отключении привода в конвейерах, имеющих наклонные или вертикальные участки трассы.

6 Многоприводные конвейеры должны иметь тормозные устройства на каждом приводе.

7 Движущиеся части конвейеров должны быть ограждены в зонах постоянных рабочих мест, связанных с технологическим процессом на конвейере, или по всей трассе конвейера, если имеет место свободный доступ или постоянный проход вблизи конвейера лиц, не связанных с обслуживанием конвейера.

8 Ограждения следует изготавливать из металлических листов, сетки и других прочных материалов.

9 В сетчатых ограждениях размер ячейки должен быть выбран таким, чтобы исключался доступ к огражденным частям конвейера.

10 Защитные ограждения конвейеров должны быть надежными, прочными, открывающимися (на петлях, шарнирах) или съёмными, изготовленными из отдельных секций. Для удобства обслуживания конвейеров в ограждениях должны быть предусмотрены дверцы и крышки.

11 Ограждения приводных и натяжных станций конвейеров, дверцы и крышки, позволяющие их снять или открыть без применения специального инструмента, должны быть снабжены приспособлениями для надежного удержания их в закрытом (рабочем) положении и заблокированы с приводом конвейера для его отключения при снятии (открытии) ограждения.

12 В зоне возможного нахождения людей должны быть ограждены или защищены: приводные, натяжные и отклоняющие барабаны, ременные и другие передачи, муфты и тому подобные, а также опорные ролики и ролики нижней ветви ленты;

13 Конвейеры, предназначенные для транспортировки штучных грузов, оснащаются по всей длине бортами высотой не менее 200 мм.

14 Конвейеры малой протяженности (до 10 м) в головной и хвостовой частях должны быть оборудованы аварийными кнопками для остановки конвейера «Стоп» грибкового типа.

15 При оснащении всей трассы конвейеров тросовым выключателем, дающим возможность остановки конвейеров с любого места, аварийные кнопки для остановки конвейера в головной и хвостовой частях допускается не устанавливать.

16 Конвейеры с открытой трассой в местах повышенной опасности, а также конвейеры большой протяженности (более 10 м) должны быть дополнительно оборудованы выключающими устройствами, позволяющими останавливать конвейер в аварийных ситуациях с любого места по его длине со стороны прохода для его обслуживания.

17 В схеме управления конвейерами должна быть предусмотрена блокировка, исключающая возможность повторного включения привода до ликвидации аварийной ситуации.

18 Конвейеры должны иметь устройства, отключающие конвейер при обрыве ленты или канатно-натяжных устройств. При наличии на одном конвейере нескольких пусковых кнопок, установленных в разных местах, они должны быть электрически сблокированы так, чтобы исключался случайный пуск конвейера.

19 Места периодической смазки конвейеров должны быть доступны без снятия защитных устройств.

20 Монтаж конвейера должен производиться под руководством работника, ответственного за безопасную эксплуатацию транспортных средств непрерывного действия.

21 Ввод конвейера в эксплуатацию осуществляется на основе результатов приемо-сдаточных испытаний:

стационарных конвейеров – на месте их эксплуатации;

переносных и передвижных - в организации-изготовителе.

22 Для обеспечения исправного состояния и работоспособности конвейер должен систематически проходить техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.

23 Техническое обслуживание и текущий ремонт производятся согласно эксплуатационной документации организации-изготовителя.

24 При размещении стационарных конвейеров для транспортировки сыпучих грузов должна быть обеспечена возможность применения в доступных местах трассы конвейера механизированной уборки из-под него просыпи без остановки конвейера.

25 Основными условиями безопасности при эксплуатации конвейеров являются:

- выполнение работ по техническому обслуживанию, ремонту и регулировке конвейера (исправление смещения (сбега) ленты, устранение ее пробуксовки и тому подобные работы) – только после остановки конвейера;

- ограждение приводных и натяжных барабанов, тяговых органов конвейера;

- установка на подвижной каретке натяжной станции двух концевых выключателей: одного – для отключения конвейера при перегрузке тяговых органов, другого – для остановки конвейера при обрыве тягового органа.

### **Требования охраны труда по окончании работы**

1 По окончании работы рабочий должен проверить наличие всего инструмента, не оставлять его на месте работы.

2 Произвести уборку рабочего места.

3 Средства индивидуальной защиты положить в отведенное для этого место.

4 Обо всех замечаниях и неисправностях сообщить непосредственному руководителю.

5 Выполнить правила личной гигиены.

### **Требования охраны труда в аварийных ситуациях**

1 Немедленно прекратить работу при возникновении ситуаций, которые могут привести к аварии или несчастным случаям:

отключить используемое оборудование;  
при возникновении пожара или загорания работник обязан:  
немедленно сообщить об этом в городскую пожарную службу указав адрес объекта, и что горит и руководителю объекта;  
принять меры по обеспечению безопасности и эвакуации людей;  
приступить к тушению пожара с помощью имеющихся на объекте первичных средств пожаротушения;  
по прибытии подразделений пожарной службы сообщить им необходимые сведения об очаге пожара и мерах, принятых по его ликвидации;  
на период тушения пожара работник должен обеспечить охрану с целью исключения хищения материальных ценностей.

2. Оказать необходимую первую доврачебную помощь пострадавшему на производстве, освободив его от действий травмирующего фактора (электротока, механизмов и т.д.)

3 При получении травмы на производстве немедленно сообщить о случившемся непосредственному руководителю и обратиться в лечебное учреждение; сохранить рабочее место без изменений на момент получения травмы, если это не угрожает окружающим и не приведет к аварии.

## Технологическое и вспомогательное оборудование

Методические указания для проведения  
лабораторных и практических работ для специальности  
2 – 53 01 05 «Автоматизированные электроприводы  
(производственная деятельность)»

Разработчик

В. П. Другаков

Рецензент

С. А. Миланович

Указания рассмотрены и рекомендованы для внедрения в  
учебный процесс на:

- заседании цикловой комиссии спецдисциплин  
специальности 2-36 01 01

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Т.К. Клименкова

- заседании экспертного методического совета

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015

2016



## Лабораторная работа №1

Исследование взаимосвязи элементов коробки скоростей.  
Составление с натуры кинематической схемы коробки скоростей

### **1 Цель работы**

Научиться анализировать взаимосвязь элементов коробки скоростей.

Сформировать умение составлять кинематическую схему коробки скоростей, уравнение кинематической цепи и определять число ступеней скоростей.

Закрепить знания, полученные при изучении темы «Типовые механизмы и узлы металлорежущих станков».

### **2 Оснащение рабочего места**

- модели коробок скоростей;

- мерительные инструменты;

- калькулятор.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Составить с натуры кинематическую схему коробки скоростей

4.1.1 Ознакомиться с устройством коробки скоростей.

4.1.2 Проследить пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю коробки скоростей.

4.1.3 Определить механизмы, с помощью которых изменяются частоты вращательного шпинделя, изучить устройство этих механизмов и способы управления ими.

4.1.4 Пользуясь условными обозначениями, последовательно (по пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю) составить эскизную кинематическую схему коробки скоростей.

4.2 Определить основные элементы кинематических пар

4.2.1 Определить параметры звеньев каждой кинематической пары: диаметры шкивов, числа зубьев и диаметры зубчатых колёс.

4.2.2 Определить модули зубчатых колёс по формуле:

$$m = D_a / (Z + 2)$$

где:  $m$  – модуль зубчатого колеса, мм;

$D_a$  – наружный диаметр зубчатого колеса, мм;

$Z$  – количество зубьев зубчатого колеса.

Полученное значение модуля округлить до стандартного значения.

4.2.3 Расчёты, связанные с определением модулей и подсчётом зубьев зубчатых колёс, свести в таблицу 1:

Таблица 1 – Основные элементы кинематических пар

Обозначение	Количество зубьев	Наружный диаметр D нар, мм	Модуль зацепления	Передаточное отношение
1-я группа Вал I-II	Z <sub>1</sub> = Z <sub>2</sub> =	D <sub>1</sub> = D <sub>2</sub> =	m=	i <sub>1</sub> = <u>Z<sub>1</sub></u> = Z <sub>2</sub>
	Z <sub>n</sub> = Z <sub>m</sub> =			
Одиночная передача Вал ...	Z <sub>k</sub> = Z <sub>L</sub> =			

4.3 Составить уравнение кинематической цепи (УКЦ) главного движения:

$$n_{\text{шп}} = n_{\text{дв}} i_{\text{рем}} \cdot 0,985 i_{\text{к.с.}}$$

где  $n_{\text{зв}}$  - частота вращения электродвигателя, мин<sup>-1</sup>;

$n_{\text{шп}}$  – частота вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup>;

0,985 – коэффициент, учитывающий проскальзывание ремня;

$i_{\text{к.с.}}$  – общее передаточное отношение коробки скоростей

4.4 Определить ряд частот вращения шпинделя,  $n_{\text{max}}$ ,  $n_{\text{min}}$ .

4.5 Определить диапазон регулирования скоростей по формуле:

$$R = \frac{n_{\text{max}}}{n_{\text{min}}}$$

## 5 Содержание отчета

5.1 Название и цель работы.

5.2 Оснащение рабочего места.

5.3 Кинематическая схема коробки скоростей и ее расчет.

5.4 Вывод.

## 6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите механизмы, применяемые для регулирования скорости в металлорежущих станках;

6.2 Опишите принцип определения диапазона регулирования;

6.3 Перечислите элементы, изображаемые на кинематической схеме;

6.4 Расскажите, как определяется число ступеней скорости привода.

## Литература

Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки. – М: Машиностроение, 1988

## Лабораторная работа №2

### Исследование устройства и работы токарного станка

#### **1 Цель работы**

Сформировать умение анализировать устройство и работу токарного станка.

#### **2 Оснащение рабочего места**

- универсальный токарно-винторезный станок модели D320\*920;
- патрон самоцентрирующийся трехкулачковый, токарные центры, хомутик;
- комплект гаечных ключей;
- резцы;
- заготовки;
- мерительный инструмент.

#### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

#### **Теоретические сведения**

Токарно-винторезный станок модели D320\*920 (рисунок 1) предназначен для обработки наружных, внутренних, цилиндрических, конических, фасонных и торцовых поверхностей, для нарезания различных резьб: метрических, дюймовых, модульных, питчевых.

#### **Техническая характеристика**

Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм	320
Наибольшее расстояние между центрами, мм	920
Число оборотов шпинделя, мин <sup>-1</sup>	65-1800
Подача суппорта, мм/об	
• продольная	0,52-1,398
• поперечная	0,014-0,380
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	28
Высота центров, мм	160
Наибольшее продольное перемещение суппорта, мм	700
Наибольшее поперечное перемещение суппорта, мм	165
Наибольшее перемещение резцовых салазок, мм	85

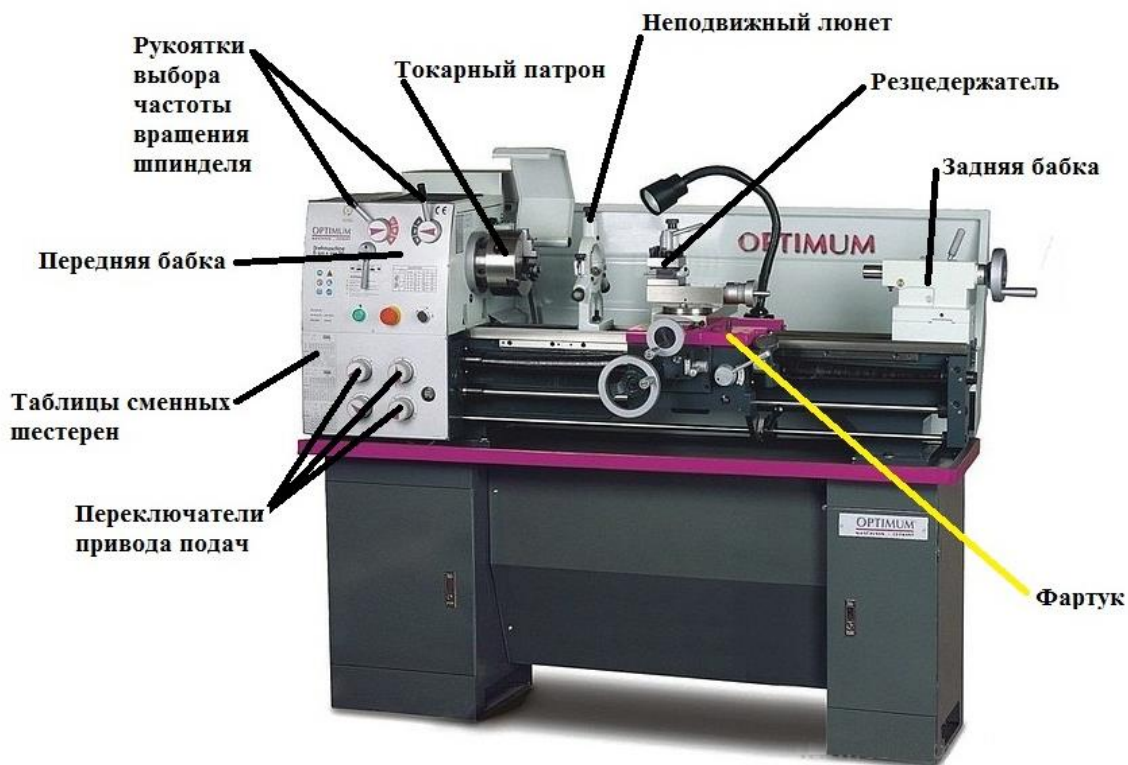


Рисунок – Токарно-винторезный станок модели D320\*920

*Станина* предназначена для закрепления на ней неподвижных и перемещения подвижных частей станка. Это массивная отливка коробчатой формы. Благодаря большой массе и жесткости станина оказывает сопротивление различным нагрузкам в процессе работы станка. На верхней ее части имеются направляющие, которые обрабатываются с высокой точностью и служат для перемещения суппорта и задней бабки. На левой стороне станины закреплена передняя бабка и коробка подач.

*Передняя бабка* – чугунная коробка, внутри которой размещены коробка скоростей и шпиндель.

*Шпиндель* (нем. spindle-веретено) – вращающийся вал станка, служит для главного (вращательного) движения. Изготавливается с большой точностью и устанавливается в подшипниках качения, расположенных в корпусе передней бабки, строго параллельно направляющим станины.

Шпиндель имеет сквозное отверстие, предназначенное для пропускания через него прутка металла. Передняя часть этого отверстия имеет коническую форму. Наружная часть выступающего конца шпинделя имеет резьбу, на которую навинчивается патрон.

*Задняя бабка* расположена на станине с правой стороны и служит для поддержания с помощью центра свободного конца длинных заготовок при обработке в центрах, а также для закрепления и перемещения вдоль оси заготовки режущих инструментов (сверл, зенкеров, разверток) (рисунок 2). Основными частями задней бабки являются плита 1, корпус 2 и пиноль 3, которая перемещается при помощи маховика 4, установленного на винт 5.

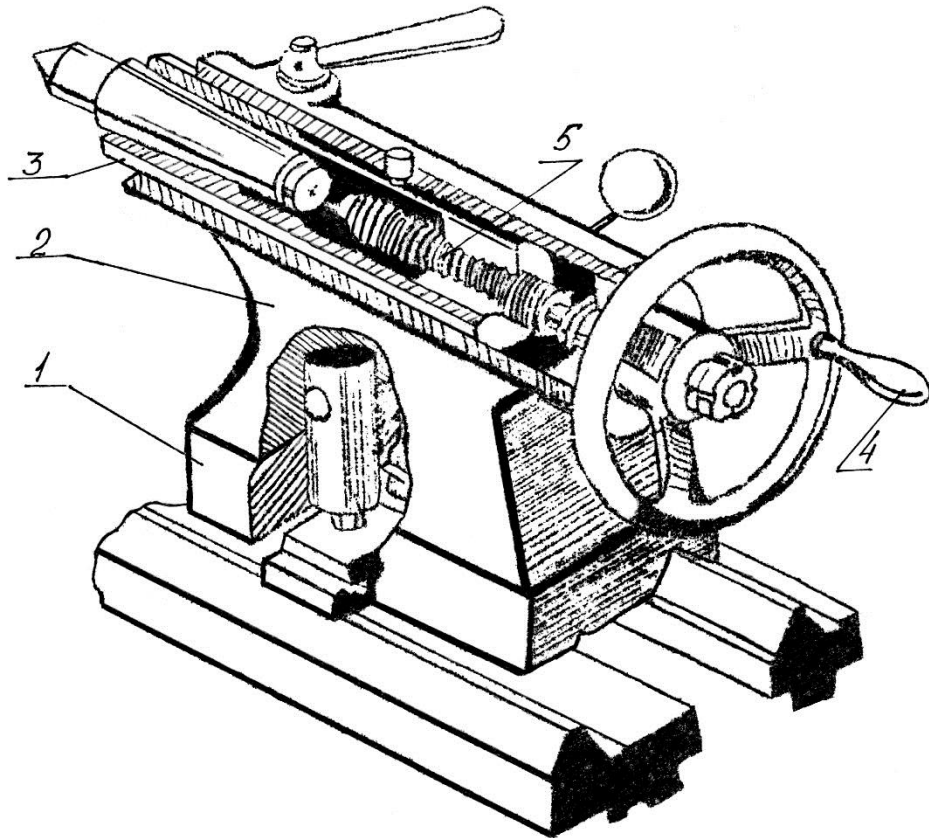


Рисунок 2 – Задняя бабка

Корпус задней бабки установлен на плите, которая может быть передвинута по направляющим станины в требуемое положение. Корпус задней бабки можно сдвигать также относительно плиты в поперечном направлении с помощью винта для настройки станка на обтачивание длинных пологих конических поверхностей.

*Суппорт* (support – поддержка, опора) предназначен для закрепления в установленном на нем резцедержателе 1 (рисунок 3) инструментов и перемещения их в продольном, поперечном и наклонном к оси станка направлениях. Суппорт имеет трое салазок (кареток): продольные 2, поперечные 3, верхние 4. Верхние салазки могут поворачиваться в горизонтальной плоскости относительно поперечных салазок и обеспечивать перемещение инструмента под углом к оси вращения заготовки вручную при помощи маховика 5. Закрепление инструментов в четырехпозиционном резцедержателе 6 осуществляется винтами 7, а сам резцедержатель закрепляется рукояткой 9.

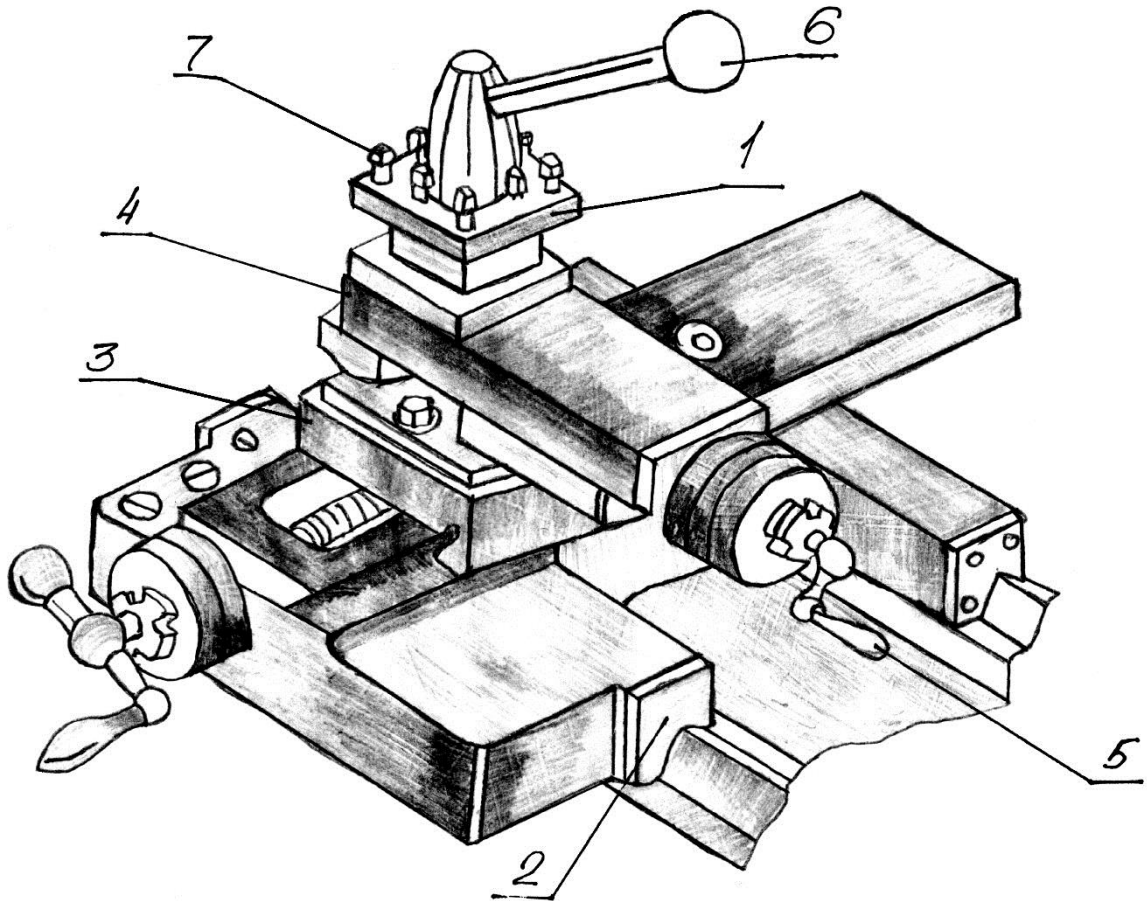


Рисунок 3 – Суппорт.

#### 4 Порядок выполнения работы:

- 4.1 Изучить инструкцию к лабораторной работе.
- 4.2 Осмотреть станок и найти все его основные узлы.
- 4.3 Оформить отчёт.

#### 5 Содержание отчёта

- 5.1 Тема, цель работы;
- 5.2 Общие сведения о станке;
- 5.3 Техническая характеристика;
- 5.4 Общий вид станка с указанием основных узлов;
- 5.3 Вывод.

#### 6 Контрольные вопросы

- 6.1 Назовите основные узлы станка;
- 6.2 Перечислите движения, необходимые для обработки деталей на токарно-винторезных станках;
- 6.3 Перечислите инструмент, применяемый на токарных станках.

#### Литература

Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки. – М: Машиностроение, 1988

## Лабораторная работа №3

### Наладка токарного станка на обработку детали

#### **1 Цель работы**

Научить выполнять наладку токарного станка на обработку детали

#### **2 Оснащение рабочего места**

- универсальный токарно-винторезный станок модели D320\*920;
- патрон самоцентрирующийся трехкулачковый, токарные центры, хомутик;
- комплект гаечных ключей;
- резцы;
- заготовки;
- мерительный инструмент.

#### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **Теоретические сведения**

**Наладка станка** – это подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции. Для этого налаживают кинематические цепи станка, устанавливают в требуемое положение рукоятки управления скоростей, коробки подач и других органов станка, подбирают и устанавливают сменные зубчатые колеса, копиры, упоры и т. п.

#### **Наладка токарно-винторезного станка на обработку конических поверхностей**

Обработку можно производить широким резцом; смещением корпуса задней бабки; поворотом резцовых салазок.

*Широким резцом* (рисунок 4, а) возможна обработка конусов длиной до 20 мм. Подача резца может быть как поперечная, так и продольная. Величина подачи – минимальная, т.к. возможно возникновение вибрации системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка» (СПИЗ) и, как результат, - невысокая точность обработки, стойкость режущего инструмента и шероховатость обработанной поверхности.

*Поворотом резцовых салазок* (рисунок 4, б) обрабатывают короткие детали с наружными и внутренними коническими поверхностями. По чертежу или произведя соответствующие расчёты, устанавливают угол уклона « $\alpha$ » обрабатываемой конусной поверхности – это половинный угол при вершине конуса. Гаечным ключом отпускают две гайки, крепящие поворотную часть резцовых салазок, поворачивая её в нужном направлении. Отсчёт ведётся по лимбу с ценой деления в  $1^\circ$ . Закрепляют гайки. Обрабатывают заготовку. При этом подача режущего инструмента осуществляется вручную вращением рукоятки резцовых салазок.

*Смещением корпуса задней бабки* (рисунок 4, в) обрабатывают длинные детали с небольшим углом уклона до  $8^\circ$ . Точность обработки невысокая.

Смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении  $h$  (мм) определяют по формуле

$$h = L \cdot \sin \alpha,$$

где  $L$  – длина детали, мм;  
 $\alpha$  – угол уклона детали, град.;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$$

Обычно значение  $\alpha$  мало, т.е.  $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$ , поэтому:

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

Наладку станка на обработку конуса смещением задней бабки производят следующим образом: с помощью винта (см. рисунок 4, в) ключом смещают корпус задней бабки в поперечном направлении на себя – при обработке прямых конусов, от себя – при обработке обратных конусов. Отсчёт смещения « $h$ » ведётся или по лимбу, или по упорам и плиткам или с помощью штангенциркуля.

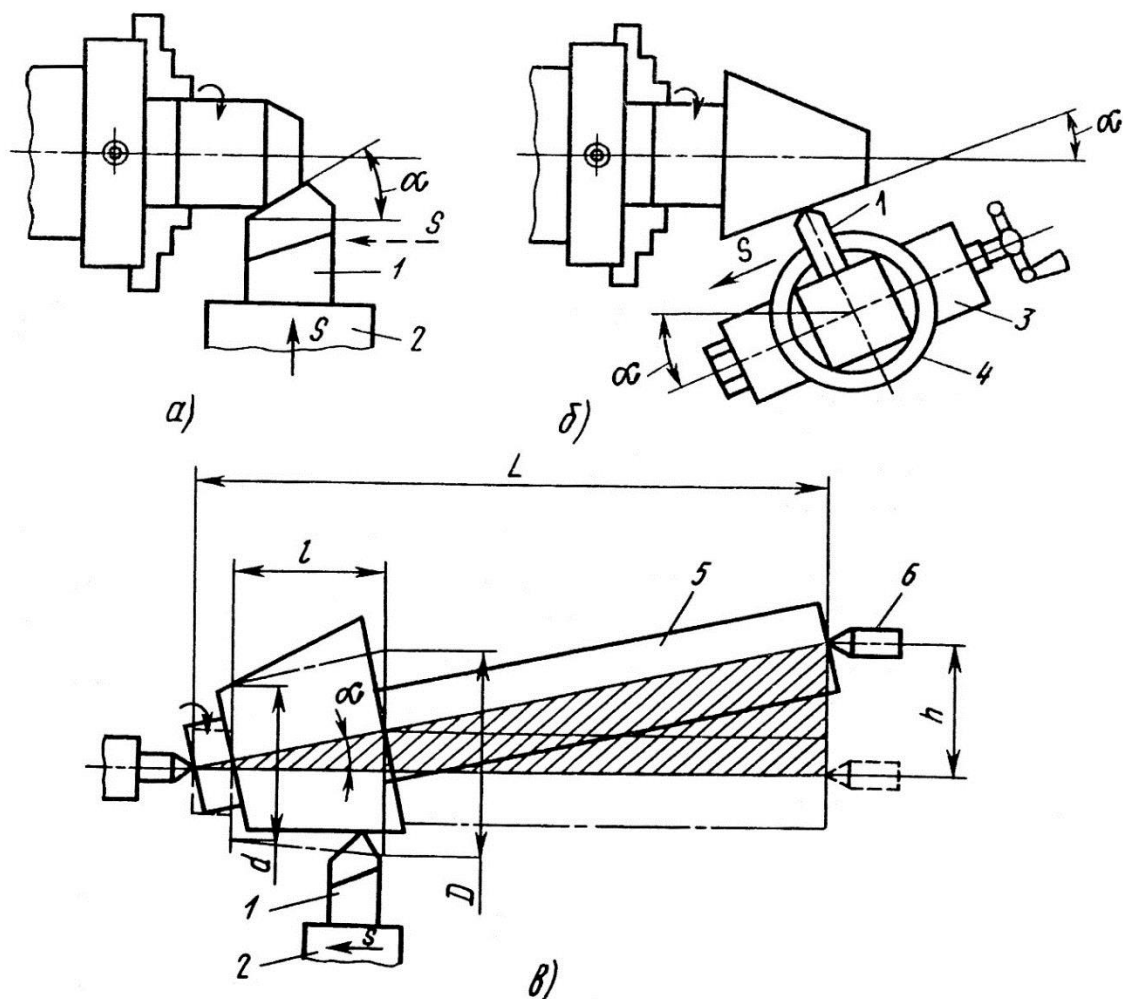


Рисунок 1. Схемы обработки конических поверхностей на токарно-винторезных станках: а – широким резцом; б – поворотом резцовых салазок; в – смещением корпуса задней бабки.



#### **4 Порядок выполнения работы:**

- 4.1 Изучить инструкцию к лабораторной работе.
- 4.2 Осмотреть станок и найти все его основные узлы.
- 4.3 Произвести наладку станка на обработку конических поверхностей.
- 4.4 Выполнить обработку заданной детали.
- 4.5 Оформить отчёт.

#### **5 Содержание отчёта**

- 5.1 Тема, цель работы.
- 5.2 Схемы обработки конических поверхностей, необходимые расчёты.
- 5.3 Вывод.

#### **6 Контрольные вопросы**

- 6.1 Назовите движения, необходимы для обработки деталей на токарно-винторезных станках;
- 6.2 Объясните, как выбрать необходимую частоту вращения шпинделя с заготовкой, подобрать и установить на станке необходимый режущий инструмент.
- 6.3 Объясните, как налаживается станок на обработку конусов: 1) смещением задней бабки, 2) поворотом резцовых салазок, 3) широким угловым резцом.

#### **Литература**

Чернов, Н.Н. Металлорежущие станки. – М: Машиностроение, 1988

## Лабораторная работа №4

Исследование устройства и работы сверлильного станка. Наладка станка на обработку детали

### **1 Цель работы**

Сформировать умение анализировать устройство и работу сверлильного станка. Научить выполнять наладку токарного станка на обработку детали

### **2 Оснащение рабочего места**

- вертикально-сверлильный станок 2P135Ф2-1
- режущий инструмент
- вспомогательный инструмент
- мерительный инструмент
- чертёж обрабатываемой детали
- кинематическая схема станка.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасности.

#### **Теоретические сведения**

Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2P135Ф2-1 оснащён крестовым столом, автоматически перемещающим обрабатываемую деталь по координатным осям X и Y, а также переключаемой по управляющей программе шестипозиционной револьверной головкой, в пяти позициях которой устанавливаются инструменты для обработки отверстий, а в шестом – фрезы.

Станок оснащён прямоугольной системой ЧПУ, замкнутой. В качестве датчиков обратной связи используются вращающиеся трансформаторы БС-155А. Устройство ЧПУ обеспечивает управление перемещением стола по координатам X, Y и перемещением суппорта с револьверной головкой по координате Z, поворотом револьверной головки.

#### **Техническая характеристика**

Наибольший диаметр сверления, мм	5
Наибольший диаметр обрабатываемой резьбы, мм	24
Наибольший диаметр фрезы, мм	100
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин	400
Рабочая подача суппорта (число ступеней 18), мм/мин	10...500
Частота вращения шпинделя (число ступеней 12), об/мин	35,5...1600
Размеры рабочей поверхности стола (ширина × длина), мм	400 × 710
Точность позиционирования стола и салазок, мм	0,05

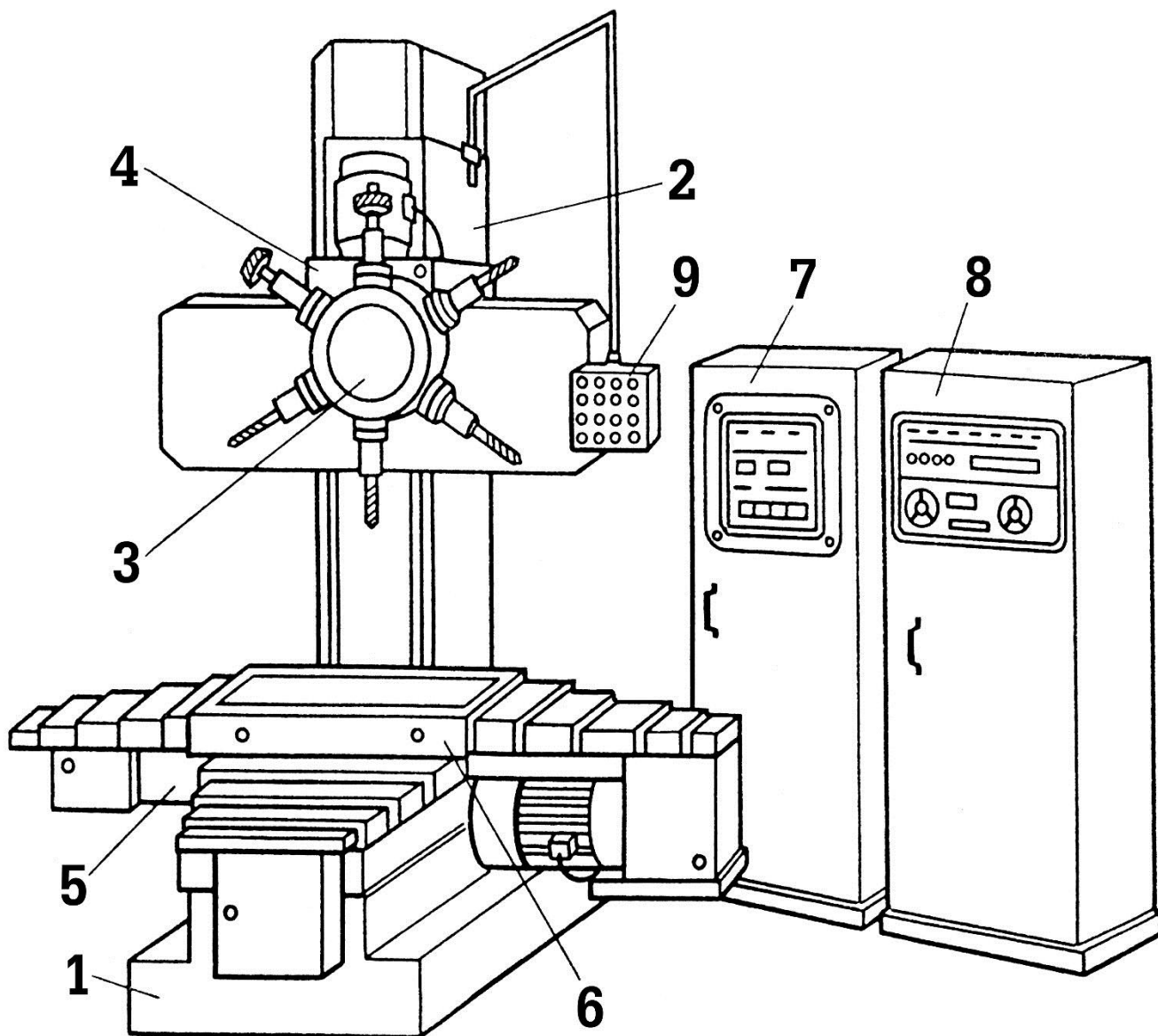


Рисунок 5 – Основные части станка 2P135Ф2 - 1

**Основные части станка (рисунок 5)**

- 1 основание
- 2 колонна
- 3 револьверная головка
- 4 суппорт
- 5 салазки
- 6 верхняя часть стола
- 7 шкаф с электрооборудованием
- 8 УЧПУ
- 9 пульт управления

## **Пульт управления станком модели 2P135Ф2-1 (рисунок 6)**

- 1 Сигнальная лампа «Станок включен в сеть»;
- 2 сигнальная лампа «Смена комплекта инструментов в revolverной головке»
- 3 сигнальная лампа «Предельное положение рабочих органов»;
- 4 тумблер «Выбор работающей оси»;
- 5 тумблер «Выбор направления перемещения рабочих органов станка»;
- 6 кнопка «Поворот revolverной головки»;
- 7 тумблер «Выбор скорости перемещения рабочих органов станка»;
- 8 сигнальная лампа «Резьбoreзание»
- 9 тумблер «Резьбoreзание»;
- 10 сигнальная лампа «Предварительный стоп в цикле»;
- 11 кнопка «Стоп программы»
- 12 тумблер «Предварительный стоп в цикле»
- 13 сигнальная лампа «Установка нуля»
- 14 кнопка «Аварийный стоп»;
- 15 кнопка «Установка нуля»
- 16 кнопка «Выпресовка инструмента»
- 17 кнопка Пуск станка»
- 18 сигнальная лампа «Выпресовка инструмента из шпинделя»
- 19 кнопка «Ввод программы»
- 20 кнопка «Пуск программы»
- 21 кнопка «Вращение шпинделя»
- 22 кнопка «Остановка шпинделя»
- 23 переключатель «Выбор режимов работы»
- 24 переключатель «Выбор позиции revolverной головки»
- 25 сигнальная лампа «Фиксация revolverной головки»
- 26 переключатель «Выбор подачи суппорта revolverной головки»
- 27 переключатель «Выбор частоты вращения шпинделя»
- 28 тумблер «Выбор режима работы системы охлаждения»
- 29 сигнальная лампа «Конец программы»

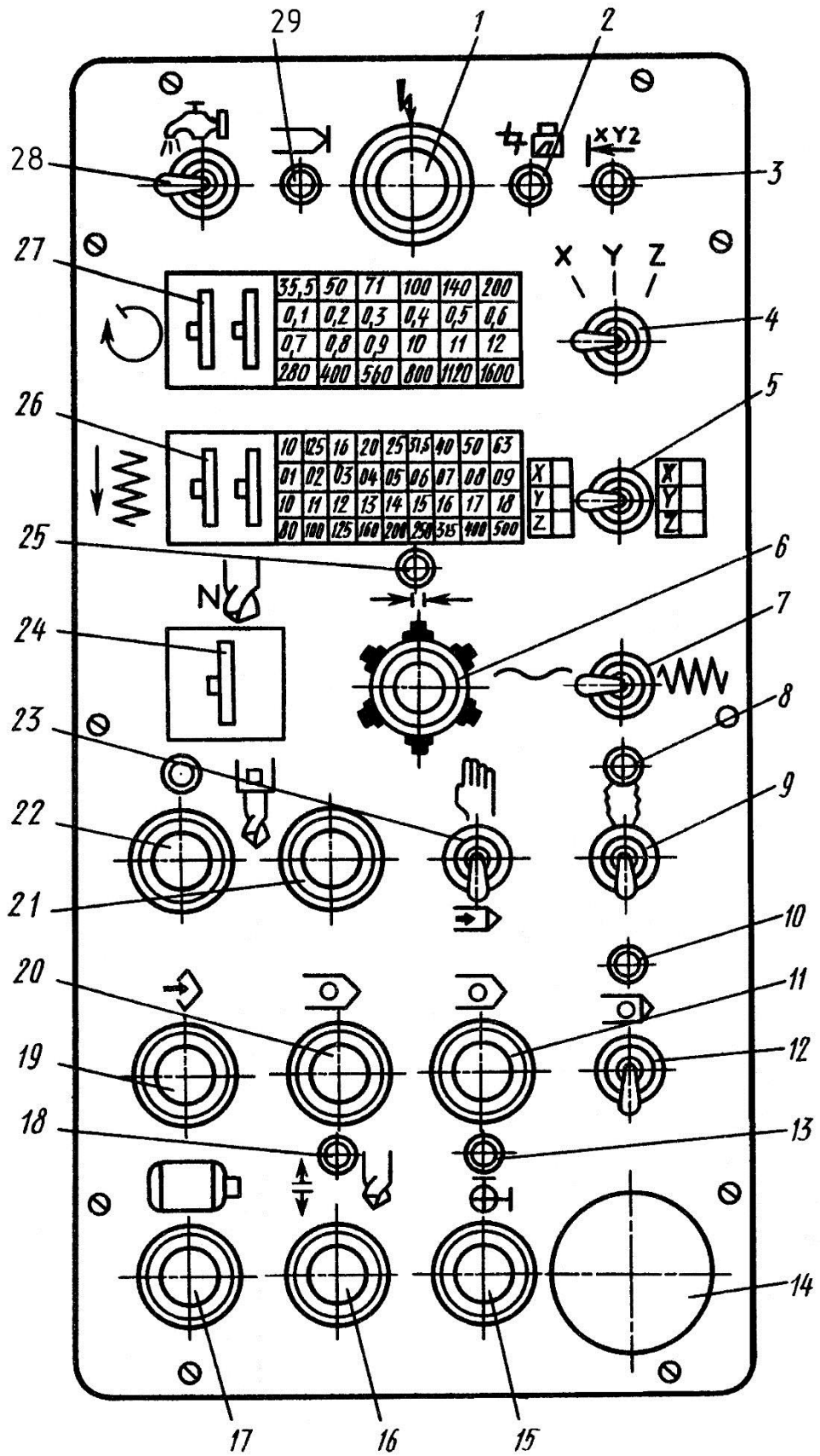


Рисунок 6 – Пульт управления станком модели 2P135Ф2-1



**Кинематическая схема станка 2P135Ф2-1** (рисунок 7) состоит из следующих независимых кинематических цепей:

- приводы главного движения (вращение шпинделя револьверной головки);
- привода подач крестового стола;
- привода суппорта с револьверной головкой;
- поворота револьверной головки;
- выпрессовки инструмента из шпинделей.

Главное движение шпиндель револьверной головки получает от асинхронного двухскоростного электродвигателя М1 через автоматическую коробку скоростей, обеспечивающую шесть частот вращения за счет переключения электромагнитных муфт М1-М5.

Вертикальная подача суппорта с револьверной головкой осуществляется от электродвигателя постоянного тока М2. Рабочие подачи суппорта происходят при включении электромагнитной муфты М6.

Поворот револьверной головки осуществляется от электродвигателя М3 при включенной муфте М8.

Позиционирование осуществляется перемещением стола и салазок. Редукторы продольного и поперечного перемещений одинаковы по конструкции и обеспечивают быстрое, среднее и медленное перемещение стола и салазок. Здесь применен привод со ступенчатым регулированием.

### **Наладка станка**

Независимо от положения переключателя режимов включают переключателем 23. В наладочном режиме, осуществляемом посредством органов управления, расположенных на пульте станка, производят: поворот револьверной головки в заданную позицию; выпрессовку инструмента; включение и выключение вращения шпинделя; перемещение стола по осям X и Y в соответствии с выбранной скоростью и направлением; перемещение суппорта револьверной головки по оси Z в соответствии с заданием.

Установку рабочих органов станка в нулевое положение производят в автоматическом режиме перед командой «Ввод программы».

При нажатии кнопки 15 суппорт револьверной головки быстро поднимается до срабатывания конечных выключателей по координате Z. Стол движется до срабатывания конечных выключателей по координатам X и Y, одновременно подаются команды в УЧПУ об исходном положении рабочих органов.

## **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Ознакомиться с устройством станка.

4.2 Составить эскиз общего вида станка с обозначением основных механизмов и узлов.

4.3 Изучить порядок наладки станка.

4.4 Оформить отчёт.

## **5 Содержание отчета**

5.1 Тема, цель работы

5.2 Эскиз общего вида станка с обозначением основных частей

5.3 Эскиз и краткое описание пульта управления

5.4 Описание наладки сверлильного станка

5.5 Вывод

**6 Контрольные вопросы:**

6.1 Опишите назначение станка 2P135Ф2-1;

6.2 Перечислите основные узлы и движения станка;

6.3 Охарактеризуйте кинематику станка;

6.4 Опишите как осуществляется смена инструмента на станке 2P135Ф2-1.

**Литература**

Локтева, С.Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение. 1986. – 320 с



## Лабораторная работа №5

Исследование устройства и работы основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ

### **1 Цель работы**

Сформировать умение анализировать устройство и работу основных механизмов фрезерного станка с ЧПУ.

### **2 Оснащение рабочего места**

- вертикально-фрезерный станок модели 6720ВФ2
- прихваты, оправка.
- мерительный инструмент.
- режущий инструмент.
- набор слесарного инструмента.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **Теоретические сведения**

Станок фрезерный широкоуниверсальный инструментальный с ЧПУ модели 6720ВФ2 предназначен для обработки деталей в системе прямоугольных координат по заданной программе.

Наличие горизонтального и вертикального шпинделей, а также большого количества принадлежностей, позволяет производить на станке фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, нарезание резьб в различных плоскостях в широком диапазоне режимов резания.

Станок снабжен позиционной системой ЧПУ. Система позволяет осуществлять подготовку управляющей программы непосредственно у станка по первой детали и обработку последующих деталей в полуавтоматическом цикле.

Высокая гибкость управления и простота наладки делают станок удобным для автоматизации индивидуального и мелкосерийного производства.

С наибольшим эффектом может быть использован в инструментальном производстве, экспериментальных и механических цехах электронной и радиоэлектронной промышленности в условиях непрерывно меняющейся номенклатуры обрабатываемых деталей.

Станки предназначены для эксплуатации в стационарных условиях, в закрытых помещениях при температуре рабочего пространства +20°С и относительной влажности 65%.

Категория эксплуатации 4.1. – по ГОСТ 151508-69.

Точность станков гарантируется при температуре рабочего пространства +20°С и колебаниях температуры 2°С.

Класс точности станка В – по ГОСТ 8-82.

### Основные узлы станка (рисунок 8)

- 1 Основание
- 2 Станина
- 3 Консоль
- 4 Стол
- 5 Горизонтальный шпиндель
- 6 Шпиндельная бабка

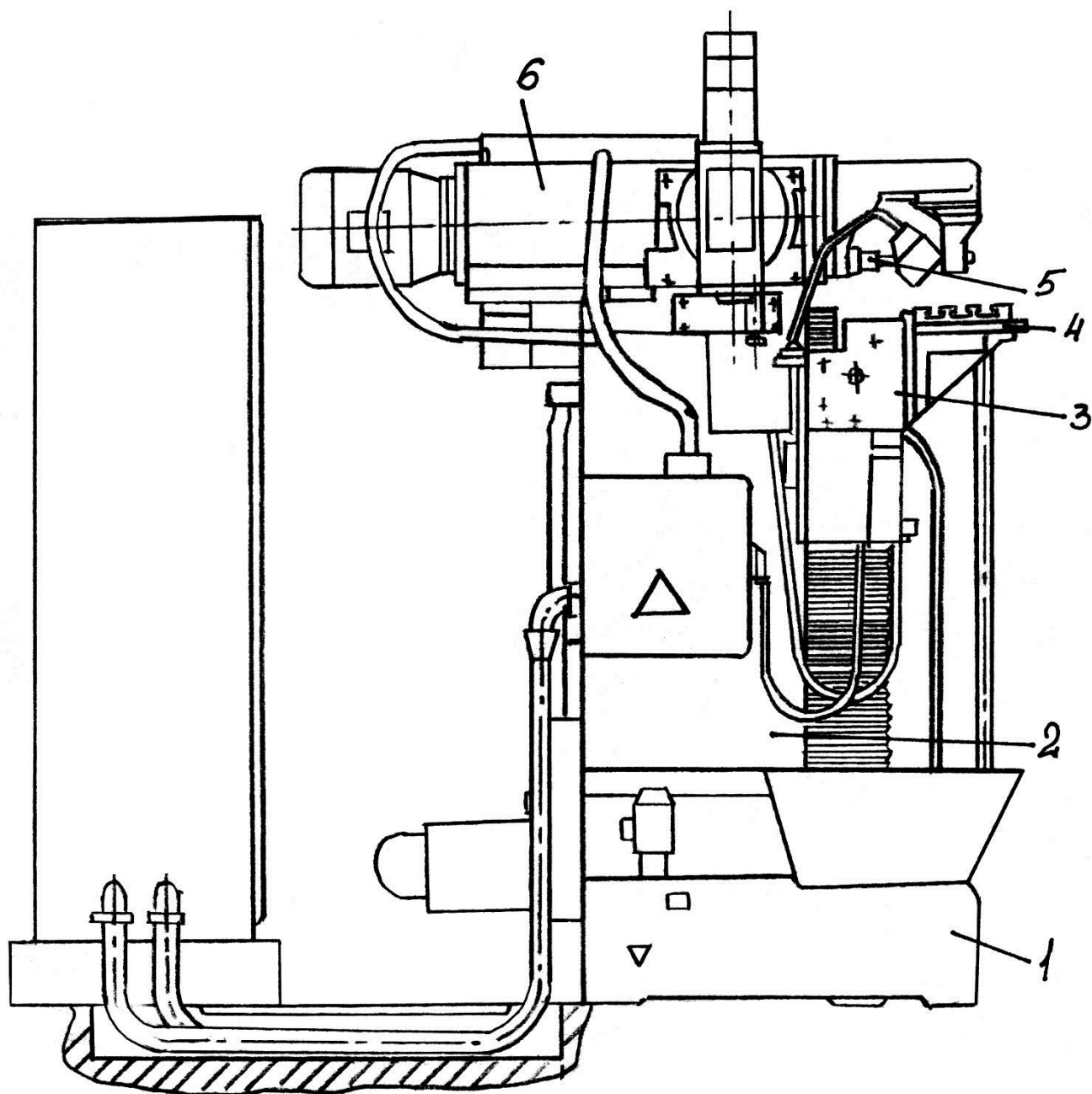


Рисунок 1 – Основные узлы станка мод 6720ВФ2

## Техническая характеристика

-Предельные размеры, устанавливаемой заготовки:

длина	700 мм,
ширина	200 мм,
высота	300 мм.

-Наибольшие размеры, обрабатываемой с одной установки поверхности:

длина	300 мм,
ширина	230 мм,
высота	300 мм.

-Наибольший диаметр режущей части торцевой фрезы 63 мм.

-Наибольший диаметр режущей части сверла 24 мм.

-Наибольшее продольное перемещение основного вертикального стола 320 мм;

-Наибольшее поперечное перемещение шпиндельной бабки 250 мм.

-Угол поворота вертикальной головки +90°.

-Количество управляемых координат 3/1.

### 4 Порядок выполнения работы

4.1 Ознакомиться с устройством, назначением узлов и кинематической схемой станка, изучить правила по технике безопасности.

4.2 Изучить кинематическую схему фрезерного станка с ЧПУ.

4.3 Проанализировать техническую характеристику станка.

4.4 Составить отчёт.

### 5 Содержание отчета

5.1 Тема, цель работы.

5.2 Краткие характеристики станка:

- наименование, модель
- назначение
- основные узлы и движения (указать на эскизе)
- техническая характеристика

5.3 Вывод.

### 6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите типы станков фрезерной группы;

6.2 Перечислите компоновки станков фрезерной группы;

6.3 Опишите назначение, основные узлы и движения станка модели 6720ВФ2;

6.4 Перечислите конструктивные особенности станка модели 6720ВФ2;

### Литература

Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов: Учеб. пособие / Л.Н. Грачёв, В.Л. Косовский, А.Н. Ковшов и др.-М: В.Ш., 1986.-288с

## Лабораторная работа №6

Наладка станка на обработку заданной детали

### **1 Цель работы**

Научиться выполнять наладку станка на обработку детали.

### **2 Оснащение рабочего места**

- вертикально-фрезерный станок модели 6720ВФ2
- прихваты, оправка.
- мерительный инструмент.
- режущий инструмент.
- набор слесарного инструмента.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **Теоретические сведения**

Станок фрезерный широкоуниверсальный инструментальный с ЧПУ модели 6720ВФ2 предназначен для обработки деталей в системе прямоугольных координат по заданной программе.

Наличие горизонтального и вертикального шпинделей, а также большого количества принадлежностей, позволяет производить на станке фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, нарезание резьб в различных плоскостях в широком диапазоне режимов резания.

Станок снабжён позиционной системой ЧПУ. Система позволяет осуществлять подготовку управляющей программы непосредственно у станка по первой детали и обработку последующих деталей в полуавтоматическом цикле.

Высокая гибкость управления и простота наладки делают станок удобным для автоматизации индивидуального и мелкосерийного производства.

С наибольшим эффектом может быть использован в инструментальном производстве, экспериментальных и механических цехах электронной и радиоэлектронной промышленности в условиях непрерывно меняющейся номенклатуры обрабатываемых деталей.

Станки предназначены для эксплуатации в стационарных условиях, в закрытых помещениях при температуре рабочего пространства +20°С и относительной влажности 65%

Категория эксплуатации 4.1. – по ГОСТ 151508-69.

Точность станков гарантируется при температуре рабочего пространства +20°С и колебаниях температуры 2°С.

Класс точности станка В – по ГОСТ 8-82.

## **Наладка фрезерного станка на обработку заданной детали**

Настройка станка на необходимую частоту вращения горизонтального или вертикального шпинделей производится по лимбу коробки скоростей, имеющему два диапазона, охватывающих весь ряд частот вращения. Выбор верхнего или нижнего диапазона частот вращения производится установкой рукоятки привода в одном из 2-х фиксированных положений.

Настройка станка на необходимую величину подачи производится переключением диапазонов подач и регулятором величин подач, расположенным на пульте управления станка. Контроль величины подачи ведется по стрелочному прибору.

При работе горизонтальным шпинделем обычно применяют цилиндрические и дисковые фрезы, которые устанавливаются на фрезерных оправках. Конусная хвостовая часть оправки входит в отверстие шпинделя. Свободный конец оправки поддерживается серьгой, сидящей на хоботе. При этом следует бережно обращаться с оправками, установочными кольцами, инструментом, не допуская образования забоин на установочных поверхностях.

При работе вертикальным шпинделем применяют концевые и торцевые фрезы. Для использования мелких фрез и сверл к станку прилагаются цанговые и сверлильные патроны. Сверлильный патрон устанавливается в шпиндель через переходные конические втулки.

Необходимо выдержать следующий порядок зажима и отжима инструмента:

- вставить конический хвостовик инструмента в шпиндель, совместив пазы на хвостовике с торцовыми шпонками шпинделя, рукой слегка прижать хвостовик инструмента в осевом направлении до упора;

- включить вращение двигателя на зажим, при этом маховик разгоняется и слышны два щелчка: первый- соответствует началу вращения зажимной гайки, а второй- окончанию вращения гайки к зажиму инструмента;

- после второго щелчка выключить вращение двигателя - повторение цикла не допустимо;

- для отжима инструмента включить вращение двигателя на отжим, после разгона маховика слышен щелчок, соответствующий началу вращения гайки; происходит отжим и выталкивание инструмента.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Ознакомиться с устройством станка.

4.2 Изучить порядок наладки станка.

4.3 Оформить отчет.

### **5 Содержание отчета**

5.1 Тема, цель работы, оборудование.

5.2 Краткие характеристики станка:

5.3 Краткое описание наладки станка.

5.4 Вывод.

### **6 Контрольные вопросы**

6.1 Опишите порядок, который необходимо выдержать для зажима и отжима инструмента;

6.2 Опишите как производится настройка станка на необходимую частоту вращения.

### **Литература**

Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов: учебное пособие Л.Н. Грачёв, В.Л. Косовский, А.Н. Ковшов и др.-М: В.Ш., 1986.-288с

## Практическая работа № 1

Расчет скорости резания при работе на токарном станке

### 1 Цель работы

Закрепить умение рассчитывать скорость резания при работе на токарном станке

### 2 Оснащение рабочего места

- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- справочная литература.

### 3 Требования безопасности

Соблюдать в кабинете трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

**4 Исходные данные:** номер варианта в соответствии с порядковым номером Ф.И.О. в журнале и в таблице 1 приложения.

### Краткие теоретические сведения

Элементы режимов резания при точении



Рисунок 1 – Эскиз токарной обработки

**Глубина резания**  $t$ , мм – слой металла, срезаемый инструментом за один проход, и измеренный в направлении, перпендикулярном к направлению подачи; при обтачивании и растачивании заготовки

$$t = D - d / 2$$

**Подача**  $S$ , мм/об - величина относительного перемещения резца вдоль оси заготовки за один ее оборот;

Скорость резания определяется по формуле

$$V = \pi D n / 1000 \text{ (м/мин)}$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой заготовки, в мм;

$n$  – частота вращения шпинделя, в об/мин

### Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить эскиз обработки в соответствии с заданием (исходные данные из таблицы 1).

4.2 Определяем глубину резания  $t$ , мм.

4.3 Определяем подачу  $S$ , при черновом точении принимается максимально допустимая подача по мощности оборудования. Рекомендуемые подачи при черновом точении приведены в таблице 11 стр. 266.

4.4 Определяем скорость резания  $V$ , м/мин. При наружном продольном точении скорость рассчитывают по эмпирической формуле:

$$V = (C_V / T^{m*} t^x * S^y) * K_V$$

Среднее значение стойкости инструмента  $T$ , при одно - инструментальной обработке равно 30-60 минутам.

Значение коэффициента  $C_V$ , показателей степеней  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17, стр. 269.

Коэффициент  $K_V$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{MV}$  (см. табл. 1-4), состояние поверхности  $K_{nv}$  (табл. 5), материала инструмента  $K_{uv}$

$$K_V = K_{MV} K_{nv} K_{uv}$$

4.5 Ответить на контрольные вопросы.

### 5 Содержание отчета

5.1 Тема работы

5.2 Цель работы

5.3 Исходные данные

5.4 Эскиз обработки

5.5 Решение задачи

5.6 Вывод

### 6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите, что относится к элементам режимов резания при точении;

6.2 Опишите последовательность определения глубины резания;

6.3 Перечислите последовательность расчета скорости резания.

### Литература

Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова-М.: Машиностроение, 1985



Приложение 1

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Материал заготовки	Вид обработки	D, мм	d, мм	L <sub>1</sub> мм	L <sub>2</sub> мм
1	Ст.3 $\sigma_b=500$ МПа	Точение	70	67	100	50
2	Серый чугун HB180	Точение	67	62	100	50
3	Сталь 20ХН $\sigma_b=600$ МПа	Точение	65	61	100	50
4	Серый чугун HB200	Точение	62	58	100	50
5	Сталь 40Х $\sigma_b=700$ МПа	Точение	60	55	100	50
6	Серый чугун HB210	Точение	57	50	100	50
7	Серый чугун HB190	Точение	55	50	100	50
8	Сталь 38ХА $\sigma_b=680$ МПа	Точение	52	49	100	50
9	Серый чугун HB215	Точение	50	46	100	50
10	Сталь 45Х $\sigma_b=750$ МПа	Точение	49	45	100	50
11	Сталь Ст.5 $\sigma_b=600$ МПа	Точение	54	48	100	50
12	Серый чугун HB160	Точение	47	40	100	50
13	Сталь 45 $\sigma_b=680$ МПа	Точение	52	45	100	50
14	Серый чугун HB200	Точение	50	43	100	50
15	Сталь 45Х $\sigma_b=750$ МПа	Точение	48	41	100	50
16	Серый чугун HB170	Точение	43	37	100	50
17	Сталь 35 $\sigma_b=600$ МПа	Точение	42	35	100	50
18	Серый чугун HB210	Точение	68	61	100	50
19	Сталь 20 $\sigma_b=500$ МПа	Точение	72	65	100	50
20	Серый чугун HB220	Точение	69	63	100	50

Черновое точение.

Углеродистые и легированные стали обрабатываются инструментом Т15К6.

Чугуны: серый до HB 240, ковкий до HB 400-700 обрабатывается инструментом ВК8.

## Практическая работа № 2

Расчет необходимой мощности привода токарного станка для обработки изделия

### **1 Цель работы**

Закрепить умение рассчитывать необходимую мощность привода токарного станка для обработки изделия

### **2 Оснащение рабочего места**

- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- справочная литература.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете и мастерских трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

**Исходные данные:** номер варианта в соответствии с порядковым номером Ф.И.О. в журнале и приложении.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Исходные данные для расчетов мощности двигателя токарного станка глубину резания  $t$  мм, скорость резания  $V_{рез}$  м/мин, эскиз обработки, подачу  $S$  мм/об, диаметр  $D$  мм берем из практической работы №1.

4.2 Определить частоту вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>. Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = 1000 V / \pi D$$

4.3 Произвести коррекцию частоты вращения по паспорту станка (см приложение 1), принимаем  $n_{действ} = \dots$  мин<sup>-1</sup>.

4.4 Определить действительную скорость резанья при точении

$$v = \frac{\pi * D * n_{действ}}{1000} \text{ м/мин.}$$

4.5 определить силу резания  $H$ ,

$$P_z = 10 C_p t^x S^y v^n K_p,$$

где  $t$  – глубина резания (см. практическую работу №1)

$C_p$  – постоянная и показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  приведены в таблице 22.

$K_p$  – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов.

$$K_p = K_{MP}K_{\varphi p}K_{\lambda p}K_{rp},$$

Учитывающие фактические условия резания; численные значения коэффициентов приведены в таб.9, 10 и 23.

4.6 Определить мощность резания  $N_{рез}$ , кВт по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \vartheta}{1020 * 60}$$

4.7 Определить необходимую мощность двигателя токарного станка  $N_{дв}$ , кВт

$$N_{дв} = N_{рез} / \eta,$$

где  $\eta$  - КПД привода ( $\eta=0,75$ ).

## **5 Содержание отчета**

- 5.1 Тема работы
- 5.2 Цель работы
- 5.3 Исходные данные
- 5.4 Эскиз обработки
- 5.5 Решение задачи
- 5.6 Вывод

## **6 Контрольные вопросы**

- 6.1 Назовите главное движение и движение подачи при точении;
- 6.2 Назовите факторы, оказывающие наибольшее влияние на силу резания;
- 6.3 Опишите как сила резания и крутящий момент при точении зависят от свойств обрабатываемого материала.

## **Литература**

- 1 Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах, т.2 под редакцией А. Г. Касиловой и Р.К. Мещерякова / М: Машиностроение, 1985
- 2 Кучер, А.М., Металлорежущие станки /М: Машиностроение, 1972

## **Приложение 1**

Основные данные токарно-винторезного станка 1К62.

- частоты вращения шпинделя: 12,5; 16; 20; 31,5; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630;
- мощность электродвигателя привода главного движения 7,5 или 10 кВт.

## Практическая работа №3

Расчет режимов резания и необходимой мощности привода сверлильного станка для обработки изделия

### **1 Цель работы**

Закрепить умение рассчитывать режимы резания и необходимую мощность привода сверлильного станка для обработки изделия

### **2 Оснащение рабочего места**

- тетрадь для практических работ
- чертежные принадлежности
- справочная литература
- калькулятор

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 В соответствии с № в журнале выписать исходные даны из таблицы 1.

4.2 Изобразить эскиз обработки.

4.3 Определить подачу.

При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу по табл. 25 (2) с.277.

4.4 Определить скорость резания  $v_{рез}$ , м/мин

Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

$$v = \frac{Cv D^q}{T^m S^y} * Kv$$

Значения коэффициентов  $Cv$  и показателей степени приведены в таблице 28, а значение периода стойкости  $T$ - в таблице 30.

Общий поправочный коэффициент  $Kv$  учитывает фактические условия резания

$$Kv = Kmv * Kiv * Ktv,$$

где  $Kmv$  – коэффициент на обрабатываемый материал (см. табл. 1-4);

$Kiv$ -коэффициент на инструментальный материал (см. табл.6);

$Ktv$ -коэффициент, учитывающий глубину отверстия при сверлении ( $Ktv=1$  при глубине отверстия до  $3D$ )

4.5 Определить частоту вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле

$$n = 1000v/\pi D$$

4.6 Определить крутящий момент при сверлении  $M_{кр}$ , Н\*м.

Значения коэффициентов  $S_m$  и показателей степени приведены в табл. 32.

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит в данном случае только от материала заготовки и определяется по таблице 9.

4.7 Определить мощность резания  $N$ , кВт

$$N = M_{кр} * n / 9750$$

4.8 Определить необходимую мощность двигателя сверлильного станка  $N_{дв}$ , кВт

$$N_{дв} = N / \eta$$

где  $\eta=0,75$ -КПД привода.

## **5 Содержание отчета**

5.1 Тема работы

5.2 Цель работы

5.3 Исходные данные

5.4 Эскиз обработки

5.5 Решение задачи

5.6 Вывод

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Назовите факторы, оказывающие наибольшее влияние на силу резания при сверлении.

6.2 Как сила резания и крутящий момент при сверлении зависят от свойств обрабатываемого материала.

## **Литература**

1 Зимин, Е.Н. Электрооборудование промышленных предприятий и установок:

Учебник для техникумов.-М: Энергоиздат, 1981

2 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова-М.: Машиностроение, 1985.

## Приложение 1

Таблица 1 – Исходные данные

№ вар	Материал заготовки, твердость	D, мм	№ вар	Материал заготовки, твердость	D, мм
1	СЧ 15, НВ 170	22	9	Сталь 40, $\sigma_B=650$ мПа	26
2	Сталь 20, $\sigma_B=490$ мПа	32	10	Сч 20, НВ 180	34
3	Сч 20, НВ 180	25	11	Сч 15, НВ 170	44
4	Сталь 45, $\sigma_B=750$ мПа	18	12	Сталь 40, $\sigma_B=650$ мПа	48
5	СЧ10, НВ 150	20	13	СЧ 20, НВ 180	28
6	СЧ 15, НВ 170	30	14	Сталь 35, $\sigma_B = 530$ мПа	35
7	Сталь 40X, $\sigma_B + 780$ мПа	36	15	Сталь 45X, $\sigma_B = 850$ мПа	20
8	Сч 10, НВ 150	42	16	Сч 15, НВ 170	25

\*Материал режущей части сверла – быстрорежущая сталь P6M5

## Практическая работа № 4

Расчет режимов резания и необходимой мощности привода фрезерного станка для обработки изделия

### **1 Цель работы**

Закрепить умение рассчитывать режимы резания и необходимую мощность привода фрезерного станка для обработки изделия.

### **2 Оснащение рабочего места**

- листы белой бумаги с рамкой (формат А4);
- чертёжные принадлежности;
- калькулятор;
- справочная литература.

### **3 Требования безопасности**

Соблюдать в кабинете трудовую дисциплину и меры безопасной работы.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Записать исходные данные из таблицы 1 согласно номеру в журнале.

Материал режущей части фрезы для обработки стали- ТК10, чугуна – ВК8.

4.2 Выполнить эскиз обработки.

4.3 Определить глубину фрезерования  $t$ , мм и ширину фрезерования  $B$ , мм.

В цилиндрическом фрезеровании  $t$  определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой,  $t$  измеряют в направлении, перпендикулярным к оси фрезы. Ширина фрезерования  $B$  определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании,  $B$  измеряют в направлении, параллельном оси фрезы.

При торцовом фрезеровании эти понятия меняются местами.  $B=60$  мм

4.4 Определить подачу

При фрезеровании различают подачу на зуб  $S_z$ , подачу на один поворот фрезы  $S$  и подачу минутную  $S_m$ , мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n,$$

где  $n$  - частота вращения фрезы, об/мин

$Z$  – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее подачи на один зуб  $S_z$ .

Рекомендуемые подачи для чернового фрезерования торцовыми и цилиндрическими фрезами приведены в таблицах 33 – 34.

4.5 Определить скорость резания.  $D_{фр}=65$  мм

$$V = (C_v \cdot D_{фрезы}^q / T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p) \cdot K_v$$

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени приведены в таблице 39, а периода стойкости  $T$  – в таблице 40.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания  $K_v$  учитывает

конкретные условия резания:

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv},$$

где  $K_{uv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента (см. табл. 6)

4.6 Определить частоту вращения шпинделя  $n$ , об/мин

$$n = 1000v / \pi D$$

4.7 Определить силу резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н

$$P_z = (10C_p * t^x * S_z^y * V^u * Z/D^{q_{фр.}} * n^w) * K_{mp},$$

где  $Z$  – число зубьев фрезы

$n$  – частота вращения фрезы, об/мин.

Значение коэффициента  $C_{pi}$  показателей степени приведены в таблице 41, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_{mp}$  для стали и чугуна в таблице 9.

4.8 Определяем эффективную мощность резания  $N_e$ , кВт

$$N_e = P_z * v / 1020 * 60$$

3.9 Определяем мощность на валу главного электродвигателя  $N_{дв}$ , кВт

Мощность двигателя определяется с учетом потерь в механических передачах станка по формуле

$$N_{дв} = N_e / \eta_{ст.-ном}$$

Где  $\eta_{ст.-ном}$  – КПД станка при номинальной нагрузке (0,75 – 0,8).

По найденному значению выбирается двигатель равной или несколько большей мощности на соответствующую номинальную частоту вращения.

5. Ответить на контрольные вопросы.

## **6 Содержание отчета.**

6.1 Тема и цель работы

6.2 Исходные данные

6.3 Эскиз обработки

6.4 Решение задачи

6.5 Вывод

## **7 Контрольные вопросы**

7.1 Что относится к элементам режимов резания при фрезеровании?

7.2 Как производится определение глубины фрезеровании?

7.3 Что является при фрезеровании главным движением резания и подачи?

7.4 Назовите факторы, оказывающие наибольшее влияние на силу резания?

7.5 Как сила резания и крутящий момент при фрезеровании зависят от свойств обрабатываемого материала?

7.6 Как учитываются потери в механических передачах станка?



### **Литература**

1 Белькевич, Б.А., Тимашков, В.Д. Справочное пособие технолога машиностроительного завода.-Мн.: Беларусь, 1972.

2 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова-М.: Машиностроение, 1985.

## Приложение 1

Таблица 1 – Исходные данные

№ вар	Материал заготовки	В*L, мм	№ вар	Материал заготовки	В*L, мм
1	СЧ 15, НВ 170	22	9	Сталь40, $\sigma_B=650$ мПа	26
2	Сталь 20, $\sigma_B=490$ мПа	32	10	Сч 20, НВ 180	34
3	Сч 20, НВ 180	25	11	Сч 15, НВ 170	44
4	Сталь45, $\sigma_B=750$ мПа	18	12	Сталь 40, $\sigma_B=650$ мПа	48
5	СЧ10, НВ 150	20	13	СЧ 20, НВ 180	28
6	СЧ 15, НВ 170	30	14	Сталь 35, $\sigma_B = 530$ мПа	35
7	Сталь 40Х, $\sigma_B 780$ мПа	36	15	Сталь 45Х, $\sigma_B = 850$ мПа	20
8	Сч 10, НВ 150	42	16	Сч 15, НВ 170	25

Материал режущей части фрезы для обработки стали – TSK10  
 для обработки чугуна – ВК8  
 Ширина фрезерования В = 60 мм  
 Диаметр фрезы D<sub>фр.</sub> = 65 мм

**Вопросы для входного контроля по учебной дисциплине**  
**«Технологическое и вспомогательное оборудование» для групп специальности**  
**2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»**

- 1 Расскажите, что называется масштабом чертежа.
- 2 Опишите, какие основные масштабы уменьшения и увеличения установлены стандартом.
- 3 Назовите, какие основные типы линий употребляются в черчении.
- 4 Ответьте, изображение на какой плоскости проекций принимается на чертеже качестве главного.
- 5 Назовите, какие размеры называются справочными и как они обозначаются.
- 6 Назовите классификацию твердых сплавов.
- 7 Дайте определение понятию балка.
- 8 Перечислите виды размеров.
- 9 Перечислите свойства металлов.
- 10 Опишите как производится термическая обработка.
- 11 Опишите, как и для чего производится закалка.
- 12 Перечислите виды сталей.
- 13 Расскажите о передаче Винт-гайка, опишите устройство.
- 14 Перечислите типы и назначение муфт.
- 15 Расскажите о резьбовых соединениях деталей машин.
- 16 Назовите разделы элементарной математики.
- 17 Перечислите типы дробей.
- 18 Расскажите правила умножения обыкновенных дробей.
- 19 Расскажите правила деления обыкновенных дробей.
- 20 Объясните разложение целых чисел на простые множители.

**Вопросы к обязательной контрольной работе**  
**по дисциплине «Технологическое и вспомогательное оборудование»**  
**специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»**

- 1 Перечислите этапы техники безопасности при работе на металлорежущих станках и охарактеризуйте каждый этап.
- 2 Перечислите виды механизмов прямолинейного движения и опишите их принцип работы.
- 3 Назовите, для чего служат храповые и мальтийские механизмы.
- 4 Опишите назначение муфт. Перечислите типы муфт, укажите, для чего служит каждый тип муфт.
- 5 Назовите основные и вспомогательные движения в металлорежущем оборудовании.
- 6 Опишите назначение механизмов бесступенчатых передач. Перечислите виды бесступенчатого регулирования.
- 7 Опишите назначение вариатора, перечислите типы вариаторов.
- 8 Назовите, какие устройства в металлорежущих станках называют «гитарами». Опишите для чего они служат.
- 9 Перечислите способы подбора чисел зубьев гитар (сменных зубчатых колес).
- 10 Классифицируйте металлорежущие станки по основным признакам. Расшифруйте обозначение металлорежущих станков (значение цифр и букв).
- 11 Напишите, какие бывают коробки скоростей металлорежущего станка по способу переключения скоростей.
- 12 Назовите, для чего предназначены зубообрабатывающие станки. Назовите основные методы (виды) зубообработки. Перечислите типы зубообрабатывающих станков.
- 13 Напишите: а) что такое числовое программное управление станком; б) на какие типы подразделяют системы числового программного управления станками по технологическим признакам.
- 14 Опишите конструктивные особенности станков с ЧПУ; дайте понятие и укажите, где применяется система циклового программного управления.
- 15 Изобразите компоновочную схему токарного станка с ЧПУ и укажите основные части и узлы этого станка. Опишите виды обработки на станках токарной группы с ЧПУ
- 16 Напишите: а) для чего предназначены токарные станки с ЧПУ; б) чем отличаются токарные станки с ЧПУ от обычных (универсальных) токарных станков. Изобразите компоновочную схему токарно-винторезного станка с указанием основных частей и узлов станка.
- 17 Опишите виды обработки на сверлильных станках с ЧПУ. Назовите инструмент, применяемый на этих станках.
- 18 Опишите назначение многоцелевых станков. Назовите преимущества многоцелевых станков. Классифицируйте многоцелевые станки. Назовите отличительную особенность многоцелевых станков.
- 19 Опишите назначение многоцелевого станка ИР500ПМФ4, перечислите основные части и узлы станка, изобразите компоновку станка.

20 Опишите, для чего предназначены шлифовальные станки с ЧПУ. Назовите типы шлифовальных станков.

21 Дайте определение и приведите классификацию промышленных роботов.

22 Напишите для чего предназначены захватные устройства промышленных роботов. Назовите классификацию захватных устройств промышленных роботов.

23 Опишите назначение автоматической смены инструментов. Перечислите и опишите каждый вид.

24 Перечислите правила наладки токарных станков на обработку детали.

25 Дайте определение понятию «Гидропривод». Напишите, где применяется, как обозначается, его преимущества. Назовите отличие гидропривода от пневмопривода.

26 Дайте понятие определению «Кинематическая схема станка». Перечислите элементы, изображаемые на кинематической схеме.

27 Опишите назначение станин, их конструкции. Перечислите материалы, из которых изготавливаются станины и классифицируйте их.

28 Опишите назначение направляющих, опишите их конструкции, сформулируйте предъявляемые требования к направляющим. Перечислите материалы, из которых изготавливаются направляющие и классифицируйте их.

29 Дайте определение понятию «Привод». Перечислите виды приводов и назовите, что относится к каждому виду. Назовите, какой элемент является источником энергии и перечислите способы установки его в металлорежущих станках.

#### Задача

- 1 Определить число зубьев сменных зубчатых колес (подобрать гитару)
- 2 Составить структурную формулу привода, начертить структурную сетку.
- 3 Расшифровать модель станка.

## ВОПРОСЫ к ТК № 1

по дисциплине «Технологическое оборудование»  
специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

- 1 Дайте понятие определению «Кинематическая схема станка»;
- 2 Дайте название изображенным рисункам (у каждого варианта свои рисунки);
- 3 Перечислите станки по степени точности;
- 4 Расшифровать модели станков;
- 5 Постройте структурную сетку по формуле;
- 6 Составьте структурную формулу по кинематической схеме;
- 7 Дайте понятие определению муфта. Назовите ее назначение;
- 8 Назовите назначение механизмов прямолинейного движения.
- 9 Перечислите виды механизмов прямолинейного движения;
- 10 Дайте понятие определению «Привод»;
- 11 Дайте понятие определению «Направляющие»;
- 12 Перечислите виды станков по массе;
- 13 Дайте определение понятию «Муфта»;
- 14 Перечислите виды станков по степени точности;

## ВОПРОСЫ к ТК № 2

### **по дисциплине «Технологическое оборудование» специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»**

- 1 Опишите, что называют системой числового программного управления. Перечислите виды ЧПУ и особенности конструкции станков с ЧПУ.
- 2 Расшифруйте модель станка.
- 3 Составьте структурную формулу по кинематической схеме и дайте определение понятию «Кинематическая схема».
- 4 Изобразите компоновочную схему токарного станка и укажите его основные части и узлы.
- 5 Перечислите инструмент, применяемый на сверлильных станках.
- 6 Опишите, что называют системой циклового программного управления. Изобразите схему «Устройство ЦПУ».
- 7 Изобразите компоновочную схему вертикально-сверлильного станка и укажите его основные части и узлы.
- 8 Постройте структурную сетку.
- 9 Перечислите виды обработки на токарных станках и на токарных станках с ЧПУ.
- 10 Перечислите программноносители для станков с ЧПУ.
- 11 Изобразите компоновку токарного станка с ЧПУ с указанием основных узлов. Перечислите конструктивные отличия токарных станков с ЧПУ от аналогичных станков с ручным управлением.
- 12 Дайте определение понятию «Программное управление». Перечислите виды ПУ.
- 13 Перечислите правила наладки токарного станка на обработку детали.
- 14 Изобразите компоновочную схему вертикально-сверлильного станка с ЧПУ и укажите его основные части и узлы.
- 15 Расскажите о технике безопасности при работе на токарном станке. Перечислите этапы ТБ.

## ВОПРОСЫ к ТК № 3

### по дисциплине «Технологическое оборудование» специальности 2-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

- 1 Опишите устройство вертикально-фрезерного станка с ЧПУ;
- 2 Изобразите компоновку вертикально-фрезерного станка;
- 3 Расскажите, как производится наладка фрезерных станков;
- 4 Опишите назначение многоцелевых станков;
- 5 Объясните, за счет чего значительно увеличивается производительность на многоцелевых станках;
- 6 Изобразите компоновку многоцелевого станка IP500ПМФ4 с указанием основных узлов и частей;
- 7 Опишите назначение шлифовальных станков с ЧПУ;
- 8 Назовите виды (типы) шлифовальных станков и укажите что является главным движением в этих станках;
- 9 Изобразите компоновку круглошлифовального станка с указанием основных узлов и частей;
- 10 Изобразите компоновку плоскошлифовального станка с указанием основных узлов и частей;
- 11 Изобразите компоновку внутришлифовального станка с указанием основных узлов и частей;
- 12 Изобразите компоновку бесцентрово-шлифовального станка с указанием основных узлов и частей;
- 13 Перечислите типы зубчатых колес. Опишите назначение зубообрабатывающих станков. Назовите методы обработки зубчатых колес;
- 14 Напишите, для чего предназначены фрезерные станки с ЧПУ;
- 15 Назовите типы фрезерных станков.
- 16 Опишите зубофрезерный полуавтомат с ЧПУ. Перечислите техническую характеристику;
- 17 Изобразите схемы нарезания зубчатых колес фрезой методом копирования и методом обката. Охарактеризуйте эти методы;
- 18 Перечислите инструмент, который применяют: а) при фрезеровании; б) при зубообработке; в) при шлифовании;
- 19 Опишите технику безопасности при работе на фрезерных станках с ЧПУ. Перечислите на какие этапы она подразделяется;
- 20 Расскажите про механизмы автоматической смены инструментов. Назовите их виды и назовите назначение.

#### **Задачи**

- 1 Определить число зубьев сменных зубчатых колес (подобрать гитару);
- 2 Составить структурную формулу привода, начертить структурную сетку;
- 3 Расшифровать модели станков.



**Перечень учебных изданий и информационно-аналитических материалов,  
рекомендуемых для изучения учебной дисциплины**

- 1 Чернов, Н.Н. Metallорежущие станки. - М.: Машиностроение, 1988.
- 2 Грачев, Л.Н., Косовский В.Л., Ковшов А.Н., Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов. - М.: Высшая школа, 1989
- 3 Локтева, С.Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы. -: Машиностроение, 1986.
- 4 Гапонкин, В.А., Обработка резанием. Metallорежущий инструмент и станки. – М.: Машиностроение, 1990.