

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра машиностроения и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Б1.В.ДВ.08.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ  
Технология машиностроения**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	6
4.3 Лабораторные работы.....	32
4.4 Практические занятия.....	32
4.5 Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	32
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>34</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>35</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>35</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>36</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>36</b>
9.1 Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ.....	37
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы.....	40
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>41</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>41</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>42</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>46</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>47</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>48</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – участие в работах по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации машиностроительных производств, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке инновационного потенциала проекта, включая сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способностей участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	<b>знать:</b> - методы организации машиностроительных производств и рабочих мест; <b>уметь:</b> - организовывать на машиностроительных производствах рабочие места, их техническое оснащение, размещать оборудование, средства автоматизации, управления, контроля и испытаний; <b>владеть:</b> - навыками эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции.
ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	<b>знать:</b> - программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления; <b>уметь:</b> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения; <b>владеть:</b> - навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» является дисциплиной по выбору вариативной части.

Дисциплина «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как:

- «Оборудование машиностроительных производств»;
- «Детали машин и основы конструирования»
- «Основы технологии машиностроения»;

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» представляет основу для:

- «Производственной (преддипломной) практики»;
- «Государственной итоговой аттестации».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						Курсовая работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
<b>Очная</b>	4	7	180	85	17	51	17	68	КР	Экзамен
<b>Заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Заочная (ускоренное обучение)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Очно-заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудоёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>85</b>	<b>17</b>	<b>85</b>
Лекции (Лк)	17	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	51	-	51
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Курсовая работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>68</b>	<b>-</b>	<b>68</b>
Подготовка к лабораторным работам	30	-	30
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Выполнение курсовой работы	20	-	20
Подготовка к экзамену в течение семестра	8	-	8
<b>III. Промежуточная аттестация Экзамен</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>27</b>
Общая трудоёмкость дисциплины ..... час.	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>180</b>
зач. ед.	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>5</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Общие принципы АПП</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	-	<b>8</b>
1.1.	История развития автоматизации	1,4	0,4	-	-	1
1.2.	Общие положения	1,4	0,4	-	-	1
1.3.	Тенденции развития АПП в машиностроении	2,4	0,4	-	-	2
1.4.	Основные направления развития АПП в серийном производстве	2,4	0,4	-	-	2
1.5.	Условия, вызывающие необходимость автоматизации	2,4	0,4	-	-	2
<b>2.</b>	<b>Автоматизация операций технологического процесса механической обработки</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	-	<b>15</b>
2.1.	Общие положения	1,2	0,2	-	-	1
2.2.	Исполнительные механизмы	7,4	0,4	5	-	2
2.3.	Классификация исполнительных механизмов	8,4	0,4	5	-	3
2.4.	Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы	8,4	0,4	5	-	3
2.5.	Электрические исполнительные механизмы	8,4	0,4	5	-	3
2.6.	Система управления с командоаппаратом	8,2	0,2	5	-	3
<b>3.</b>	<b>Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении</b>	<b>46</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	-	<b>15</b>
3.1.	Классификация ЗРУ	1,2	0,2	-	-	1
3.2.	Самотечные магазины	3,6	0,6	2	-	1
3.3.	Полусамотечные магазины	3,6	0,6	2	-	1
3.4.	Примеры расчётов	4,6	0,6	2	-	2
3.5.	Магазины с принудительным перемещением	6,6	0,6	4	-	2
3.6.	Бункерные магазины	6,6	0,6	4	-	2
3.7.	Бункерные загрузочные устройства	6,6	0,6	4	-	2
3.8.	Вибрационные лотки	6,6	0,6	4	-	2
3.9.	Вибробункеры	6,6	0,6	4	-	2
<b>4.</b>	<b>Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	-	<b>8</b>	<b>15</b>
4.1.	Отсекатели (отделители)	4	1	-	-	3
4.2.	Механизмы ориентации	7	1	-	2	4
4.3.	Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ)	12	2	-	6	4
4.4.	Примеры загрузки технологического оборудования	6	2	-	-	4
<b>5.</b>	<b>Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	-	<b>9</b>	<b>15</b>
5.1.	Общие сведения о контроле	8,5	0,5	-	3	5
5.2.	Датчики	8,5	0,5	-	3	5
5.3.	Приборы и устройства активного контроля и сортировки	9	1	-	3	5
	<b>ИТОГО</b>	<b>153</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>68</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### Раздел 1. Общие принципы АПП

#### Тема 1.1. История развития автоматизации (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

Процесс автоматизации начался намного раньше чем нам могло бы казаться, автоматизация на самом деле появилась практически сразу же с возникновением производства, а само по себе производство существует уже так давно, что точно никто и не скажет. *Мы начнем рассматривать с появления самодействующих устройств.*

**1. Самодействующие устройства** - прообразы современных автоматов - появились в глубокой древности. Однако в условиях мелко-кустарного и полукустарного производства вплоть до 18 в. практического применения они не получили и оставаясь занимательными "игрушками", свидетельствовали лишь о высоком искусстве древних мастеров. *Совершенствование орудий и приёмов труда, приспособление машин и механизмов для замены человека в производственных процессах вызвали в конце 18 в. - начале 19 в. резкий скачок уровня и масштабов производства, известный как промышленная революция 18-19 вв.*

**2. Промышленная революция** создала необходимые условия для механизации производства в первую очередь прядильного, ткацкого, металло- и деревообрабатывающего. К. Маркс увидел в этом процессе принципиально новое направление технического прогресса и подсказал переход от применения отдельных машин к "автоматической системе машин", в которой за человеком остаются сознательные функции управления: человек становится рядом с процессом производства в качестве его контролёра и регулировщика. *Важнейшими изобретениями этого периода стали изобретения русским механиком И. И. Ползуновым автоматического регулятора питания парового котла (1765) и английским изобретателем Дж. Уаттом центробежного регулятора скорости паровой машины (1784), ставшей после этого основным источником механической энергии для привода станков, машин и механизмов.*

**3. С 60-х гг. 19 в., в связи с быстрым развитием железных дорог, стала очевидна необходимость автоматизации железнодорожного транспорта и прежде всего создания автоматических приборов контроля скорости для обеспечения безопасности движения поездов.** В России одними из первых изобретений в этом направлении были автоматический указатель скорости инженера-механика С. Прауса (1868) и прибор для автоматической регистрации скорости движения поезда, времени его прибытия, продолжительности остановки, времени отправления и местонахождения поезда, созданный инженером В. Зальманом и механиком О. Графтио (1878). О степени распространения автоматических устройств в практике железнодорожного транспорта свидетельствует то, что на Московско-Брестской железной дороге уже в 1892 существовал отдел "механического контроля поездов".

С появлением механических источников электрической энергии - электромашинных генераторов постоянного и переменного тока (динамомашин, альтернаторов) - и электродвигателей оказалась возможной централизованная выработка энергии, передача её на значительные расстояния и дифференцированное использование на местах потребления, вначале вытеснивший паровые машины.

**4. Станки начали оснащать индивидуальными электродвигателями.** Переход от центрального трансмиссионного привода к индивидуальному в 20-х гг. 20 в. чрезвычайно расширил возможности совершенствования технологии механической обработки и повышения экономического эффекта. Простота и надёжность индивидуального электропривода позволили механизировать не только энергетику станков, но и управление ими. На этой основе возникли и получили развитие разнообразные станки-автоматы, многопозиционные агрегатные станки и автоматические линии.

**5. Широкое применение автоматизированного электропривода в 30-е гг. 20 в.** не только способствовало механизации многих отраслей промышленности, но по существу положило начало современной АПП. Тогда же возник и сам термин АПП:

- началось применение автоматизированного оборудования в тяжёлой, лёгкой и пищевой промышленности, совершенствовалась транспортная автоматика; в специальном машиностроении;

- создавались лаборатории автоматизики;

- проводились отраслевые и всесоюзные совещания и конференции по перспективам её применения;

- началось издание журнала "Автоматика и телемеханика".

*Высокая экономическая эффективность, технологическая целесообразность и часто эксплуатационная необходимость способствовали широкому распространению автоматизации в промышленности, на транспорте, в технике связи, в торговле и различных сферах обслуживания. Её основные предпосылки: более эффективное использование экономических ресурсов - энергии, сырья, оборудования, рабочей силы и капиталовложений. При этом улучшается качество и обеспечивается однородность выпускаемой продукции, повышается надёжность эксплуатации установок и сооружений.*

В ходе выполнения первых трёх пятилетних планов развития народного хозяйства (1928-41) были созданы первые заводы, производящие приборы и аппаратуру автоматизики и телемеханики для АПП. Во время Великой Отечественной войны (1941-45) АПП имела огромное значение в материально-техническом обеспечении фронта и удовлетворении нужд оборонной промышленности СССР. В первом послевоенном плане восстановления и развития народного хозяйства (1946-50) была предусмотрена дальнейшая автоматизация в энергетике, химической, нефтяной и нефтехимической промышленности, широкое внедрение в производство автоматизированного электропривода. Программа дальнейшего развития АПП в период 1953-58, принятая на 19-м съезде КПСС, предусматривала, в частности, механизацию работ и А. п. на предприятиях чёрной металлургии, в горной промышленности, в машиностроении, а также полную автоматизацию ГЭС.

**6. Практически 50-е гг. явились периодом, когда АПП начала внедряться во все имеющие значительный удельный вес отрасли народного хозяйства СССР.** В машиностроении - производстве тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин - были пущены автоматические линии; начал работать автоматизированный завод по производству поршней для автомобильных двигателей. Закончен перевод на автоматическое управление агрегатов ГЭС, многие из них были полностью автоматизированы. На ряде крупнейших ТЭЦ были автоматизированы котельные цехи. В металлургической промышленности около 95% чугуна и 90% стали выплавились в автоматизированных печах; были введены в эксплуатацию первые автоматизированные прокатные станы. Пущены автоматические установки на нефтеперерабатывающих предприятиях. Осуществлено телемеханическое управление газопроводами. Автоматизированы многие системы водоснабжения. Начали действовать автоматические бетонные заводы. Лёгкая и пищевая промышленность стала широко оснащаться автоматами и полуавтоматами для расфасовки, дозировки и упаковки продукции и автоматическими линиями по производству продуктов. Парк автоматизированного оборудования в 1953 вырос в 10 раз по сравнению с 1940. В металлообрабатывающей промышленности появились станки с программным управлением. Для производства массовой продукции были применены роторные автоматические линии. Во взрывоопасных химических производствах получило широкое распространение телемеханическое управление процессами.

#### 7. Дальше началась наша эпоха.

Сегодня на российском рынке идёт борьба за потребителя, компании конкурируют друг с другом. В этой конкурентной борьбе побеждает тот, кто раньше других начал переводить своё производство на мировые технологические стандарты. Одной из важнейших составляющих технологического лидерства являются АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами) и информационные системы, позволяющие оптимизировать все бизнес-процессы, снизить издержки, выпускать современные и качественные товары. А так как по уровню технологической оснащённости Россия всё ещё отстаёт от европейских стран, наместь куда развиваться, и, видимо, в ближайшие несколько лет спрос на оборудование для автоматизации будет только расти.

*В середине 70-х годов на Западе наблюдалась особая активность в сфере информационных технологий: они развивались, предоставляли все больше возможностей, а главное — становились всё более и более доступными. Результатом этого блага, помимо всего прочего, стало активное развитие систем промышленной автоматизации.*

**8. Российский же рынок АСУ ТП** начал складываться только в 80-90-е годы XX века. На место не вписавшихся в новую экономику проектных институтов пришли коммерческие фирмы, которые и начали работать на нужды развивающейся промышленности. В настоящее время рынок российской автоматизации продолжает расти быстрыми темпами. По оценкам зарубежных аналитиков, его ежегодный прирост составляет 20-25% (для сравнения европейский рынок каждый год прирастает в среднем на 4,5%). Очевидно, что российский рынок АСУ ТП ещё далёк от насыщения. Многие отечественные предприятия и даже целые отрасли ещё только возрождаются.

Но, к сожалению, во многих отдалённых от центра регионах России предприятия до сих пор имеют слабое, морально устаревшее техническое оборудование.

*Более широкое внедрение АСУ ТП, более частая их востребованность наблюдается в развитых богатых отраслях, которые быстро встали на ноги после российского экономического кризиса. Речь идёт о нефтяной и газовой промышленности, химии и нефтехимии, металлургии, энергетике, транспорте, телекоммуникациях. Системы автоматизации начали проникать в такие сферы, как управление дорожным движением, производство продуктов питания и комбикормов, машиностроение, строительная индустрия и другие. **Отдельное направление** их применения составляет военная и космическая техника, где системы автоматизации используются в качестве встроенных средств контроля и управления.*

Формирование рынка АСУ ТП напрямую связано с развитием промышленности, которое, в свою очередь, зависит от экономического состояния страны.

**9. Сегодня** наиболее интенсивно развиваются предприятия следующих отраслей:

- черная металлургия – 38,8% прироста производства за последний год;
- промышленность строительных материалов – 33,6%;
- топливная и пищевая промышленности – 32,2%;
- лесная, деревообрабатывающая и целлюлозная промышленность – 27%;
- химия и нефтехимия – 25%;
- машиностроение и металлообработка – 24,4%;

Развитие российской промышленности во многом определяется географическими особенностями нашей страны. На этой большой территории различные отрасли промышленности сконцентрированы в разных регионах. Например, металлургия, энергетика, добывающие отрасли — на Урале и в Сибири, нефтегазовый комплекс — в Западносибирском регионе, транспорт, военно-промышленный комплекс, судостроение — на Северо-Западе России, а Центральный регион характеризуется развитыми наукоемкими отраслями и так далее. **Соответственно**, потребности в оборудовании и системах автоматизации в каждом регионе несколько различаются.

## **Тема 1.2. Общие положения (лекция-дискуссия – 0,4 час.)**

Любое предприятие при разработке АПП и внедрения ее проходит 4 этапа:

**Частичная механизация** - это механизация части движений, которые необходимы для осуществления производственного процесса, например, зажим заготовки с помощью гидравлического патрона, ускоренный подвод суппорта.

При частичной механизации рабочий станочник освобождается от выполнения некоторых приемов при выполнении операций. Этот этап механизации обычно не связан с большими капитальными затратами, поэтому он находит отражение на всех производствах.

**Частичная механизация** касается лишь отдельных операций при сохранении в значительных размерах ручного труда. Комплексная механизация охватывает как основные, так и вспомогательные процессы, причем ручной труд в основном устранен, а рабочие только управляют машинами. При автоматизации функцию управления машинами выполняют также машины и приборы, работа которых определенным образом запрограммирована, а люди разрабатывают, вводят программы и контролируют работу машин и приборов.

**Комплексная механизация** предполагает разработку и внедрение системы механизированных устройств, либо машин обеспечивающих выполнение основных и вспомогательных операций технологического процесса.

Пример: транспортирование заготовок между МРС и оборудованием, а также установка и снятие заготовок с установочных элементов.

**Широкое внедрение комплексной механизации** предъявляет повышенные требования к надежности каждой машины, участвующей в общей работе, так как ее простой может привести к простою сопряженного оборудования и даже к остановке всего технологического процесса.

Однако **широкому внедрению комплексной механизации** на многих, и прежде всего на универсальных, машиностроительных предприятиях отчасти мешает разделение производства на основное и вспомогательное; кроме того, в основном производстве работы также делятся на основные и вспомогательные.

Для цехов массового производства на современном этапе **характерно широкое внедрение комплексной механизации**, автоматизации и компьютеризации на таких участках, как плавильный, машинный, очистной, организация автоматизированных модульных комплексов, сочетающих операции литья и обрезки отливок и управляемых с помощью ЭВМ, использование общецехового АСУ, измерение и автоматизированное управление технологическими режимами на базе широкой компьютеризации и приборизации машин, комплексов и участков, повышение надежности всего оборудования, снижение расхода энергии.

**Частичная автоматизация** характеризуется тем, что на ряду с универсальными МРС используются полуавтоматы и автоматы. Она выполняется для трудоемких, скоротечных и монотонных операций. В условиях частичной автоматизации может быть широко использовано многостаночное обслуживание.

**Комплексная автоматизация** – это высшая форма АПП при которой из основного и вспомогательного оборудования komponуется автоматическая линия цеха и завода, снабженная устройствами обеспечения от получения заготовок до выпуска готовой продукции.

Комплексная автоматизация - создание автоматических участков, цехов и заводов, которые функционируют как единый взаимосвязанный автоматический комплекс. Она целесообразна в условиях высокоразвитого производства на базе прогрессивной технологии и методов организации и управления с применением ЭВМ и других надежных технических средств и оборудования, включая промышленные роботы, действующие по заданной им самоорганизующейся программе при общем контроле за работой всего комплекса со стороны человека или ЭВМ.

Полная автоматизация - предусматривает управление комплексно-автоматизированным производством без участия человека; проводится, когда производство рентабельно, устойчиво, а при изменившихся условиях имеется научно-техническая база, позволяющая адаптироваться в автоматическом режиме на полный цикл производства по выпуску новой продукции, что характерно для гибкого автоматизированного производства (ГАП).

*При определении степени АПП учитывается экономическая эффективность и целесообразность автоматизации исходя из конкретных условий производства.*

АПП претерпевает новый качественный скачок, что выражается в разработке компонент, комплексов и новых систем гибкого автоматизированного производства, а основанных на использовании станков с ЧПУ, промышленных роботов, математических моделей и средств вычислительной техники.

Промышленные роботы повышают коэффициент использования технологического оборудования, высвобождают живой труд из сферы вредного технологического процесса, что обуславливает эффективность их применения в различных отраслях промышленности республики в составе отдельных единиц оборудования, автоматических поточных линий и других автоматизированных систем.

В АПП важную роль играют системы управления оборудованием с помощью ЭВМ. Это позволяет осуществить:

- расширение возможностей технологического оборудования за счет совершенствования, установления на них датчиков информации и обслуживания ЭВМ;
- группового управления различными по конструкциям технологического оборудования на основе соответствующих программ;
- простоту обучения оборудования и изменение программ управления;
- расширение видов операций, записываемых в блоки памяти;
- возможность выполнения различных операций.

К числу важнейших задач, относятся всемерное развитие производства и широкое применение автоматических манипуляторов (промышленных роботов), встроенных систем автоматического управления с использованием микропроцессоров и микро-ЭВМ.

В последние годы в нашей стране выполнена огромная работа по автоматизации и механизации производственных процессов в промышленности: внедрены тысячи поточных и автоматических линий, автоматических участков. Все более широкое применение в управле-

нии и контроле за ходом производства находят ЭВМ. Налажен выпуск крупными сериями различных моделей станков с числовым программным управлением. Все это привело к значительному увеличению производительности труда, высвобождению от ручного, утомительного и малокавалифицированного труда сотен и тысяч рабочих, повысило организационно и технический уровень производства.

Однако успехи автоматизации производства до недавнего времени распространялись главным образом на массовое и крупносерийное производство, характеризующееся стабильностью ограниченной номенклатуры и большим объемом выпуска изделий. Серийное, мелкосерийное и единичное производство, на долю которого в машиностроении приходится 75% всего объема производства, в силу частой смены объектов производства и в связи с этим преобладания технологической формы специализации ограничивалось использованием отдельных достижений в области частичной автоматизации производственных процессов, важнейшим из которых является применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Использование станков с ЧПУ оказало существенное влияние на технологию и организацию производства. Значительное повышение производительности труда при этом может быть получено лишь в случае коренной перестройки технологического процесса, использования методов групповой обработки и сборки, высокой степени концентрации технологических переходов и операций.

В области организации производства *использование станков с ЧПУ многооперационных станков* ведет к значительному сокращению длительности производственного цикла и уменьшению затрат на связывание средств в незавершенном производстве, распространению формы многостаночной работы и улучшению организации и обслуживания рабочих мест. Одновременно использование оборудования с ЧПУ усилило предпосылки ликвидации противоречия между высоким общеобразовательным уровнем современных рабочих и содержанием труда. Труд наладчиков, например, при этом может быть уподоблен труду инженера. Вместе с тем, остающаяся при частичной автоматизации доля ручного труда становится в ее в большей степени трудом незначительной сложности, сводящимся к действиям человеческой руки, которые, если бы их передала машине, можно было бы назвать антропоморфными.

Несмотря на достигнутые успехи в области механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности, целый ряд основных и вспомогательных технологических операций, таких, как загрузка-разгрузка станков, поточных и автоматических линий, окраска, дробеструйная обработка, нанесение защитных покрытий и ряд операций сварки до недавнего времени не удавалось автоматизировать, используя для этого традиционные средства. Экономически эффективное решение этой проблемы стало возможным с появлением промышленных роботов, интенсивное создание которых началось в последние десятилетия.

**Промышленный робот (ПР)** - это машина-автомат, предназначенная для выполнения разнообразных механических действий, удобных выполняемым человеком, занятым физической работой. Такая машина позволяет оперативно переходить на выполнение новых операций и состоит из одного или нескольких манипуляторов (механических рук) управляющего устройства, осуществляющего автоматическое управление манипуляторами и, когда это требуется, средствами передвижения (произвольного типа).

Универсальность применения, т.е. возможность не только выполнять механические операции различного характера, но и быстро (оперативно) перестраиваться на новые, является принципиальным отличием промышленных роботов от более традиционных средств автоматизации. Появление промышленных роботов – результат объективных коренных потребностей производства на современном этапе научно-технического прогресса.

Вторая отличительная особенность промышленных роботов как средства автоматизации производства связана с тем, что, несмотря, на возможности самостоятельного выполнения отдельных основных технологических операций (сварка, нанесение покрытий, сборка и т.п.), их главное назначение - выполнение всевозможных вспомогательных операций по обслуживанию основного технологического оборудования (станков, прессов, литейных машин и т.п.). Поэтому *внедрение промышленных роботов отличается от внедрения, например, станков-автоматов, необходимостью самой тесной увязки с окружающими основным технологическим оборудованием вплоть до внесения изменений в их конструкцию и режим работы.*

Высвобождая человека, роботы становятся той универсальной составляющей производственного процесса, которая, обеспечивая автоматизацию отдельных технологических операций, одновременно связывает их в единый комплексно-автоматизированный (роботизированный) процесс в виде системы машин, централизованно управляемых от ЭВМ, и является основой (нижним этажом) АСУПП. При этом, в соответствии с первой указанной выше особенностью промышленных роботов, комплексно-автоматизированное на их базе производство обладает той требуемой от современного производства гибкостью в отношении возможности внесения изменений в технологию производства, выпускаемую продукцию и освоение новых видов продукции, которая присуща сегодня только неавтоматизированным производствам, обслуживаемым людьми, т.е. серийному, мелкосерийному и единичному производству.

Промышленные роботы являются, таким образом, мощным средством комплексной автоматизации современного производства, а также создания принципиально новых производственных процессов, нереализуемых при участии человека. Их применение позволяет повысить производительность труда, ритмичность производства, сменность работы оборудования, качество продукции и снизить брак.

Высвобождая рабочих, занятых физическим трудом и *прежде всего на опасных, утомительных и неквалифицированных работах*, промышленные роботы позволяют более рационально использовать трудовые ресурсы и дают не менее важный для нашего общества социальный эффект.

Анализ областей применения промышленных роботов в различных отраслях промышленности и типах производства, изучение перспектив применения их в зависимости от серийности выпускаемой продукции позволяют сделать вывод, что промышленные роботы могут быть эффективно применены как в условиях массового, так и в условиях мелкосерийного производства.

**В массовом и крупносерийном производстве** с быстрой сменой объекта производства (автомобилестроение, радиопромышленность, производство электробытовых приборов и некоторых других видов продукции) перспективным является применение роботов для обслуживания агрегатных станков и переналаживаемых автоматических линий на операциях загрузки – выгрузки станков, на начальных и конечных позициях линий, для межстаночного транспортирования. Применение промышленных роботов позволяет осуществить комплектацию и запуск таких линий в более короткие сроки, повысить обратимость оборудования.

Как показал опыт зарубежных стран, роботы могут, в частности, эффективно применяться также для замены специального вспомогательного оборудования на отдельных операциях автоматических линий в период модернизации или его замены. В этом случае необходимость останавливать линию, на длительное время отпадает, а затраты на программирование и перевооружение робота оказываются значительно ниже, чем потеря вследствие простоя линии в течение всего периода модернизации или замены специализированного вспомогательного оборудования на конкретной операции.

**В области серийного и мелкосерийного производства** наиболее перспективно применение роботов в сочетании со станками с ЧПУ. Это позволит на базе групповой обработки автоматизировать изготовление небольших партий деталей.

В любой области применения промышленный робот должен рассматриваться как элемент производственного комплекса, включающего в себя основное технологическое оборудование, вспомогательное оборудование и устройства, расширяющие эксплуатационные возможности робота (транспортно-накопительную систему), контрольно-измерительные приспособления, и ряд других устройств, объединенные общей системой управления.

Изучение отечественных и зарубежных работ, посвященных проблемам использования промышленных роботов, а также конкретные расчеты, проведенные для ряда ленинградских предприятий, в целом подтвердили, что применение роботов оказывает существенное влияние на такие важные экономические характеристики, как производительность труда, объем производства продукции, себестоимость, рентабельность, фондоотдача.

#### **Выводы:**

**1. Рост производительности труда** обеспечивается, с одной стороны, увеличением объема производства, с другой - сокращением численности производственных рабочих.

**2. Рост объема производства** происходит вследствие улучшения использования оборудования, повышения его производительности и снижения брака, при этом улучшение использования оборудования достигается за счет факторов экстенсивного и интенсивного характера. Факторы интенсивного характера предусматривают улучшение использования оборудования в единицу времени. В данном случае это достигается в результате сокращения трудоемкости вспомогательных операций (загрузка - выгрузка деталей транспортировка и т.п.). Повышение экстенсивного использования оборудования предусматривает увеличение времени его работы. В условиях роботизации это обес-



печивается сокращением различного рода потерь рабочего времени и повышением сменности работы оборудование. Как известно, низкая сменность работы оборудования в ряде случаев объясняется недостатком рабочей силы.

По результатам обследования предприятий машиностроения внутрисменные простои из-за отсутствия рабочих составляют в среднем 12-23% (большая величина относится к металлорежущим станкам, кузнечно-прессовым и электросварочным работам). Целосменные простои по этой же причине составляют 33-47% (большая величина также относится к металлорежущим станкам). Применение роботов позволяет значительно снизить простои оборудования.

**3. Снижение брака продукции** происходит вследствие устранения влияния таких индивидуальных и субъективных факторов, как квалификация, опыт, утомляемость рабочего, его физическое состояние.

В условиях роботизации происходит абсолютное и относительное сокращение численности производственных рабочих. Абсолютное сокращение обуславливается сокращением численности рабочих на вспомогательных операциях вследствие их замены роботами. Под относительным сокращением понимается возможность увеличения объема производства при той же численности производственных рабочих вследствие значительно более высокого годового эффективного фонда времени работы оборудования в результате использования промышленных роботов.

Значение этих факторов выходит за рамки отдельного предприятия и является основой решения проблемы дефицита рабочих станочников в промышленности в целом, прежде всего за счет сокращения занятости их на вспомогательных операциях.

Увеличение объема производства в условиях роботизации приводит к снижению себестоимости продукции в результате уменьшения доли условно-постоянных накладных расходов на единицу продукции, сокращения непроизводственных расходов, таких, как оплата сверхурочных работ, оплата простоев рабочих и снижение потерь от брака, а также снижение удельной величины затрат по содержанию и эксплуатации оборудования.

**4. Снижение себестоимости продукции** достигается за счет экономии заработной платы рабочих, высвобождаемых абсолютно и относительно. По оценкам зарубежных специалистов эта составляющая является самой значительной при оценке экономической эффективности промышленных роботов. В частности, в США и Швеции, при оценке эффективности роботов на первое место ставят количество высвобождаемых рабочих и уровень их заработной платы. Экономия на заработной плате образуется также вследствие опережающего темпа роста производительности труда по сравнению с темпом роста заработной платы.

**5.** Механизация и автоматизация производства обусловлены решением не только экономических, но и социальных задач: улучшение условий труда, **ликвидация тяжелых и опасных для здоровья трудящихся видов работ**, улучшение культуры производства.

**6.** Кроме того, одним из важных факторов, который следует учитывать при экономическом обосновании роботизации, является **надежность**. Недостаточная надежность технических устройств роботизированного комплекса соответственно снижает эффективность роботизации производства. Поэтому возникает необходимость исследования экономической эффективности различных мероприятий по надежности и выявлению оптимальной в этом смысле структуры роботизируемого комплекса. Например, известно, что чем универсальнее робот, тем он сложнее и менее надежен. Использование в составе роботизируемого технологического комплекса более дешевых и надежных, но менее универсальных роботов приводит к необходимости включать в состав технологического комплекса дополнительное оборудование, компенсирующее снижение функциональных возможностей роботов (при этом предполагается, что надежность этого оборудования существенно выше, чем надежность роботов). Проектирование и изготовление такого специального оборудования требует дополнительных затрат, а его размещение, как правило, приводит к увеличению производственных площадей, занимаемых комплексом.

Проводимые исследования социальных аспектов роботизации производственных процессов показали, что ряд важных социальных последствий роботизации может и должен быть количественно измерен и учтен в расчетах экономической эффективности применения промышленных роботов. Например, установлено, что с внедрением роботов уменьшается текучесть кадров, что позволяет снизить дополнительные затраты на восполнение недостатка в рабочих, а также снизить ущерб в производстве, ущерб от текучести кадров образуется вследствие недополучения предприятием продукции в течение примерно двух недель от увольняющихся работников, выработка которых снижается в среднем на 20% и от вновь принятых рабочих, выработка которых в течение 1-3 месяцев работы оказывается сниженной не менее чем на 10% в зависимости от их специальности. Кроме того, текучесть кадров обуславливает дополнительные затраты на организацию работы по приему и увольнению, на подготовку кадров, на строительство объектов жилищно-бытового и социально-культурного назначения.

Необходимо учитывать также, что роботизация позволяет уменьшить количество профессиональных заболеваний, сократить затраты на социальное обеспечение за счет сокращения травматизма на производстве, сократить затраты на лечение и на мероприятия по охране труда и технике безопасности.

В настоящее время изменение затрат, определяемых всеми этими факторами, не учитывается в экономических расчетах. Учет социальных факторов в расчетах позволит более точно определять область экономически эффективного применения промышленных роботов в условиях нынешнего способа производства.

Из изложенного, прежде всего, видно, что развитие и углубление комплексной механизации и автоматизации производственных процессов на базе применения промышленных роботов, создание автоматизированных участков, цехов и заводов сопровождается значительными экономическими и социальными последствиями, предопределение которых затруднительно, так как, с одной стороны, расчетные задачи становятся не многовариантными и число переменных, т.е. число факторов, которые необходимо учитывать с развитием средств автоматизации возрастает, с другой стороны, целый ряд условий, подлежащих учету, носит вероятностный характер и определяет степень экономического и социального риска принимаемых решений. Таким образом, перед проектировщиком встает сложная задача организации автоматизированной производственной системы.

Применение промышленных роботов позволяет улучшить использование производственных фондов, которые характеризуются показателями рентабельности, фондоотдачи. При этом рентабельность увеличивается вследствие увеличения общей суммы прибыли, получаемой в результате роста объема производства.

Для оценки экономического эффекта от применения промышленных роботов в конкретном производстве необходимо провести комплексный технико-экономический анализ с учетом технических параметров всех агрегатов, входящих в роботизируемый производственный комплекс, основных характеристик и особенностей технологического процесса, чистых организационных и технико-экономических показателей, а также социальной и политической значимости роботизации данного производственного процесса.

Методика оценки экономической эффективности применения промышленных роботов должна основываться, прежде всего, на общей теории оценки экономической эффективности капитальных вложений. Однако в конкретном ее применении должны найти отражение специфические особенности такого средства автоматизации, как промышленный робот. Эта специфика проявляется, прежде всего, в **составе роботизированного комплекса** как объекта экономического анализа. В него следует включать:

- рабочее оборудование, на котором выполняются операции технологического процесса;
- промышленные роботы;
- систему управления комплексом в целом;
- вспомогательное оборудование, которое требуется для эксплуатации комплекса;
- транспортные средства для доставки материалов, заготовок готовых изделий;
- устройства для хранения необходимых запасов материалов, заготовок, деталей или для размещения деталей на промежуточных операциях (при обслуживании роботом нескольких рабочих агрегатов);
- запас необходимых материалов, заготовок, представляющих различного вида заделы;
- запас необходимой технологической оснастки;
- постоянный гарантийный ремонтный запас деталей и элементов необходимый для нормальной эксплуатации комплекса;
- устройства обеспечения других необходимых условий нормальной эксплуатации комплекса (вентиляционные, защитные и др.)
- производственные площади, занимаемые комплексом;

– прочие возможные элементы, которые выявляются при изучении материального состава комплекса как объекта экономического анализа.

Все расчеты экономического характера для оценки целесообразности применения промышленных роботов должны выполняться с учетом этого полного состава объекта исследования. Разработка указанной проблемы является достаточно сложным делом, необходимым для обоснованного определения путей развития отечественной робототехники в целом и при решении частных задач автоматизации производства.

### Тема 1.3. Тенденции развития АПП в машиностроении (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

#### 1. Переход от станков полуавтоматов к автоматам, использование в течение суток МРС с ЧПУ.

Это диктуется тем, что только при круглосуточном использовании МРС с ЧПУ производство является наиболее рентабельным и эффективным. При двух- сменной работе круглосуточное использование МРС с ЧПУ может быть осуществлено с использованием транспортных устройств для заготовок и готовой продукции с шаговым перемещением.

Загрузка заготовками транспортного устройства осуществляется в конце 2-ой рабочей смены, а разгрузка изделий с транспортера производится в начале 3-ей смены. Емкость транспортного устройства должна быть достаточной в течение работы смены. В этом случае в нерабочую смену станка обслуживает его лишь дежурный наладчик.

#### 2. Переход к многошпиндельной, многоинструментальной и многопозиционной обработке.

В этом случае используется оборудование с непрерывным транспортером содержащим набор многошпиндельных головок. Станок также имеет поворотный стол для смены позиций заготовки и транспортное устройство для заготовок и готовых деталей.

Транспортные устройства снабжены загрузочными устройствами для установки заготовки вместе с приспособлением-спутником на поворотный стол станка.

В соответствии с технологическим процессом многошпиндельная головка захватывается силовой головкой и перемещается в направлении заготовки для выполнения операции (рис. 1.1).

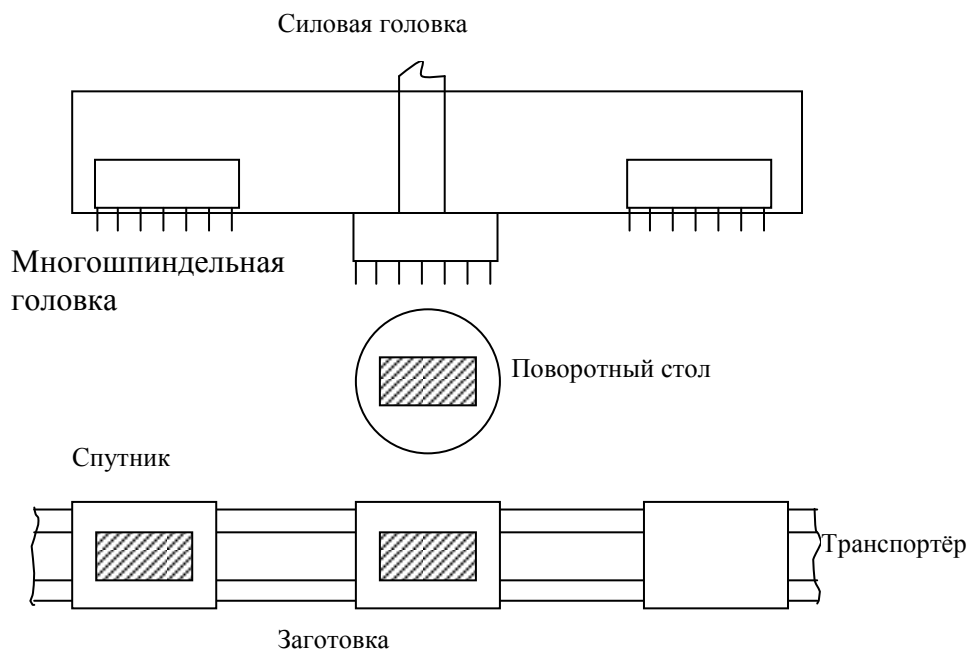


Рис. 1.1. Пример второй тенденции развития АПП

3. Создание унифицированных конструкций технологического оборудования вместо специальных разрабатываемых в каждом конкретном случае (используется модульный принцип построения машин).

**Унификация** – приведение к единообразию. Например, токарно-винторезные станки с разной высотой центров, токарные станки с одинаковой высотой центров, но разных модификаций: винторезные, лоботокарные, двухсуппортные, операционные), и межтипovou, охватывающую изделия разных типов (например, продольно-фрезерные, продольно-строгальные, продольно-шлифовальные станки).

Разрабатывается базовая модель, состоящая из автономных функциональных модулей предназначенных для обработки деталей широкой номенклатуры.

Применительно к конкретному изделию из базовой модели (если это необходимо) исключаются модули, которые не участвуют в выполнении технологического процесса, поэтому узлы или функциональные модули могут выпускаться серийно, иметь меньшую стоимость и более высокое качество изготовления, а использование только необходимых автономных модулей значительно повышает надежность оборудования и снижает процент брака.

#### 4. Уход от индивидуальных пультов программного управления носителей информации (магнитная лента, перфолента).

Этот этап является переходом к большим интегральным системам, объединяющих функционально данную систему машин, для выполнения заданной продукции или изделия, либо система машин предназначенных для обработки различных деталей.

Дальнейшим этапом является переход к микропроцессорным устройствам, т.е. переход от локальной автоматизации к комплексной.

### Тема 1.4. Основные направления развития АПП в серийном производстве (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

Как уже было указано, полная комплексная автоматизация наиболее рентабельна в массовом и крупносерийном производствах. В условиях же, когда продукция выпускается серийно, то существенную роль в эффективности внедрения комплексной автоматизации играет широкая: нормализация, унификация и стандартизация изделий.

Унификация и нормализация позволяют очень сократить количество однотипных изделий, следовательно, повысить программу их выпуска до крупносерийного и массового производства.

При автоматизации серийного производства целесообразно на основе типизации технологического процесса создавать групповые участки и поточные линии из быстропереналаживаемых, одно- и многошпиндельных станков.

При автоматизации отдельных операций задача решается более ограниченно. В настоящее время уделяется большое внимание проблеме создания обычного и автономного оборудования на модельной основе из нормализованных узлов, обладающих свойством размерной и функциональной взаимозаменяемости.

Это обеспечивается существенным сокращением сроков проектирования автоматических систем, повышения качества и надежности, снижения себестоимости и повышения серийности выпуска узлов агрегатов модулей. Последнее упрощает процесс переналадки машин и систем машин на выпуск новой продукции.

Успешно решается задача по переналадке автоматических линий в связи с созданием нового типа оборудования управляемого от ЭВМ.

Она решает следующие задачи:

- модернизация имеющихся в производстве МРС и оснащение их автооператорами и манипуляторами и другими системами автоматизации для полной автоматизации рабочего цикла, а также создание межстаночных транспортных систем для перемещения заготовок по технологическому процессу изготовления в соответствии с расстановкой технологического оборудования;
- разработка новых типов технологического оборудования серийного производства, пригодных для встраивания их в автоматические линии;
- постановка на серийное производство типовых автоматических линий для массового изготовления типовых деталей с определенным диапазоном размера;
- использование станков с ЧПУ.

Автоматизация серийного производства дает существенный экономический эффект, особенно это наблюдается при обработке деталей имеющих большое количество отверстий, обрабатываемых поверхностями имеющих сложную поверхность.

### Тема 1.5. Условия, вызывающие необходимость автоматизации (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

При автоматизации рабочий освобождается от ряда однообразных, часто повторяющихся движений, связанных с выполнением операции, но в его функции вводится наладка оборудования и контроль за его работой.

Автоматизация создаёт предпосылки для повышения производительности труда рабочих и оборудования, улучшения качества изделий, их надежности и долговечности, обеспечения безопасности работ. Однако требуются дополнительные капиталовложения для их внедрения. Поэтому не всегда разработанные процессы автоматизации конструкции автоматических устройств могут обеспечить экономическую целесообразность замены ими труда рабочего.

Автоматизацию внедряют в производственные процессы в следующих случаях.

1. *Угроза для жизни рабочего* (например, работа с радиоактивными элементами, измерение температуры деталей в шахтной печи и др.). В этих случаях средства для проведения автоматизации процессов берут из сумм, отпускаемых на охрану труда, или из спецфондов.
2. *Экономический эффект* обеспечивается за счет повышения производительности труда и оборудования, улучшения качества, снижения брака и, следовательно, уменьшения расхода основных материалов и других затрат, сокращения расхода энергии и вспомогательных материалов, уменьшения расходов на содержание зданий и сооружений, уменьшения площади, занятой автоматами.
3. *Замена тяжелого и монотонного физического труда.* Прежде чем внедрять автоматизацию, необходимо провести технико-экономические расчеты и дать обоснования их целесообразности, которые проводят в определенной последовательности.

#### Классификация машин и механизмов для механизации работ, выполняемых в литейных цехах.

К заготовительным цехам машиностроительных предприятий относятся литейные, кузнечные, штамповочные, термические цехи, а также цехи или участки резки проката и сварки.

Машины и устройства, применяемые для механизации этих работ, могут быть разделены на группы (рис. 1.2.):



**Скиповый подъёмник** – установка для транспортировки полезного ископаемого или горной породы в скипах по рельсовым путям с горизонтов карьера, расположенных ниже 150-200 м.

**Гидромонитор** – устройство для создания водяных струй и управления их полётом; используется при гидробоюлке и размыве горных пород.

#### Классификация машин и механизмов для механизации кузнечно-штамповочных цехов.



#### Классификация машин и механизмов для механизации работ по сварке и резке металлов



## Раздел 2. Автоматизация операций технологического процесса механической обработки

### Тема 2.1. Общие положения (лекция-дискуссия – 0,2 час.)

*Автоматической линией* называется автоматически действующая система машин, расположенных в технологической последовательности и объединённых общими средствами транспортировки, управления, накопления заделов, удаления отходов и др.

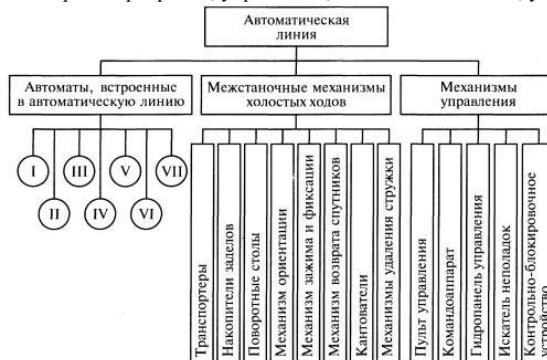


Рис. 1.2. Структурная схема механизмов АЛ

*Автоматическим* называется цех, в котором основные производственные процессы осуществляются на АЛ. Он является дальнейшей, более высокой ступенью развития рабочей машины, в которой элементами, выполняющими рабочие ходы, являются уже отдельные АЛ.

Создание и внедрение АЦ создают предпосылки перехода к высшей форме рабочей машины – *автоматическому заводу* с комплексной автоматизацией всех производственных процессов выпуска самой сложной машиностроительной продукции.

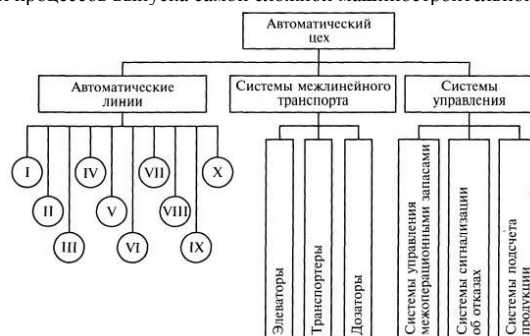


Рис. 1.3. Структурная схема механизмов и систем АЦ

Есть 3 характера технологического процесса автоматизации операций:

1. *Автоматизация непрерывных технологических процессов*, таких как термообработка в конверторных печах, поперечно-винтовая прокатка и др., осуществляется САУ обеспечивающими, как правило, постоянными законопериодическими значениями выходных параметров (размер, погрешность формы, температура и др.).

2. *Автоматизация цикловых операций* реализуется на станках автоматах и полуавтоматах.

3. *Непрерывно-цикловая автоматизация* осуществляется на роторных автоматических линиях.

Последовательность работы отдельных механизмов автоматов и полуавтоматов описывается циклограммой по времени выполнения цикла. Эта программа является простейшим выражением алгоритма функционирования автоматов и полуавтоматов.

Для автоматизации операций технологического процесса механической обработки используется несколько типов станков автоматов и полуавтоматов:

- с пневматическим, электрическим и гидравлическим приводами. Программа движения их рабочих органов производится с помощью кулачков располагаемых на распредвалах. В данном случае система управления является аналоговой. Форма и профиль кулачка определяет скорость и величину перемещения рабочего органа автоматов и полуавтоматов в направлении предмета производства;
- с электрическими и гидроследящими системами. Формообразующее движение рабочих органов таких машин определяется формой копира. Одной из сложных работ таких машин является изготовление копира. В некоторых случаях копир имеет сложную объемную пространственную форму. (Пример: форма лопатки турбины двигателя). САУ таких машин является аналоговой;
- специального назначения (зубообрабатывающие, резьбообрабатывающие, хонинговальные);
- общего назначения с путевым направлением;
- агрегатные станки – как централизованного, так и специального назначения;
- станки и системы программного управления (станки с ЧПУ).

### Тема 2.2. Исполнительные механизмы (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

Под термином "*исполнительный механизм*" в системе автоматического регулирования и дистанционного управления понимается автоматическое устройство, осуществляющее перемещение конечного звена системы автоматики (регулирующего органа) в соответствии с сигналами, поступающими от чувствительного или управляющего элемента.

В общем случае исполнительные механизмы состоят из совокупности следующих элементов:

- исполнительного двигателя, служащего источником силового воздействия на регулируемый орган;
- передаточного или преобразовательного устройства (различного рода редукторы, муфты, храповики и т.д.), располагающегося между исполнительным двигателем и регулирующим органом системы и служащего для получения определённой скорости, направления и характера его движения;
- узла конечных выключателей, осуществляющего автоматический останов или переключение исполнительного механизма в конечных или промежуточных положениях;
- системы управления, включающей аппаратуру пуска, реверсирования, останова, регулирования скорости, защиты и сигнализации.

Часто электрические, пневматические и гидравлические исполнительные механизмы называют приводами. Для гидравлических механизмов, использующих в качестве энергоносителя масло, иногда в литературе употребляются термины "сервомеханизм", "сервопривод", "сервомотор". Сервомеханизмом, или сервомотором (от лат. servus - раб, слуга и motor - приводящий в движение) называется совокупность устройств, использующих для усиления энергию от постороннего источника и воспроизводящих с возможно меньшей ошибкой на выходе маломощные управляющие сигналы, поданные на его вход.

Исполнительный механизм, работающий в системе автоматического регулирования, должен не только совершать работу по перемещению регулирующего органа, но и обеспечивать это перемещение с возможно меньшими искажениями законов регулирования, формируемых регулирующим устройством. Поэтому одним из *основных требований*, предъявляемых ко многим исполнительным механизмам,

является обеспечение быстродействия и необходимой точности. К исполнительным механизмам предъявляется также ряд требований конструктивного, эксплуатационного и экономического характера. Они выражаются в следующем:

- исполнительный механизм должен иметь минимальные габариты и вес, быть конструктивно простым, обладать высокой надёжностью, а также обеспечивать плавность и равномерность движения приводного механизма;
- исполнительный механизм должен быть безопасен в эксплуатации, устойчив в работе, обеспечивать постоянство скорости перемещения регулирующего органа, а также возможность регулирования скорости и крутящего момента;
- исполнительный механизм должен иметь устройство защиты для предохранения регулирующего органа от перегрузок и поломок, а также систему ручного управления на случай возможных отказов в схеме управления приводом при нарушении энергоснабжения.

**Основными показателями** исполнительных механизмов являются:

- номинальные значения вращающего момента на выходном валу исполнительного механизма или усилия на его выходном штоке;
- максимальное значение вращающего значения на выходном валу исполнительного механизма или усилия на выходном штоке.

Эти значения определяют наибольшие нагрузки, которые данный исполнительный механизм вообще может преодолеть;

- КПД - отношение максимально полезной мощности на выходе исполнительного механизма к мощности, отбираемой от источника энергии;
- постоянная времени - параметр, характеризующий инерционность исполнительного механизма. Этот показатель определяет величину быстродействия исполнительного механизма в системе автоматического регулирования;
- время оборота выходного вала исполнительного механизма или хода его штока.

Помимо вышперечисленных показателей, для всех исполнительных механизмов одними из важнейших показателей являются их различные динамические и статические характеристики. Знание этих показателей позволяет осуществить правильный выбор исполнительного механизма для конкретных систем регулирования и управления.

### **Тема 2.3. Классификация исполнительных механизмов (лекция-дискуссия – 0,4 час.)**

В настоящее время разработано и применяется большое количество разнообразных исполнительных механизмов, основанных на различных принципах действия и выполняющих различные функции в зависимости от характера технологического процесса и получения заданного закона изменения положения регулирующего органа.

Поэтому возникает необходимость классификации исполнительных механизмов как по виду потребляемой энергии, по их устройству, конструкции и принципу действия, так и по назначению и характеру их использования в автоматических системах.

**По виду потребляемой энергии:**

- электрические, использующие для своего действия электрическую энергию;
- пневматические, использующие энергию сжатого воздуха или газа;
- гидравлические, использующие энергию жидкости.

Каждый из перечисленных типов исполнительных механизмов, в свою очередь, можно классифицировать **по типу, конструкции и принципу действия** исполнительного двигателя.

**По характеру и назначению работы:**

- работающие по дискретному принципу "открыто" - закрыто";
- работающие по закону непрерывной функции. К ним относятся исполнительные механизмы позиционного и пропорционального действия;
- исполнительные механизмы слеящего и программного действия.

**По скорости вращения или движения:**

- тихоходные и быстроходные.

Однако классификация по этому признаку является чисто условной, так как для разных процессов одни и те же исполнительные механизмы при одной и той же скорости их выходных звеньев могут быть и быстроходными, и тихоходными.

**По времени работы:**

- с продолжительным режимом работы;
- с кратковременным режимом работы;
- с повторно-кратковременным режимом работы.

Этот признак имеет существенное значение для электрических исполнительных механизмов, где режимы работы определяют их тепловые нагрузки.

**По способу управления:**

- местного действия;
- дистанционного действия;
- телеуправляемые.

### **Тема 2.4. Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы (лекция-дискуссия – 0,4 час.)**

Применяются в приводах МРС, прессов, а также транспортных устройствах. Особенно большое применение пневматические и гидравлические ИМ в настоящее время получили в пожаровзрывоопасных производствах.

**Пневматические исполнительные механизмы** используют энергию сжатого воздуха или газа. *Основные достоинства* их следующие:

- простота осуществления реверса;
- возможность управления по заданной программе;
- возможность применения стандартных узлов и механизмов;
- большая дистанционность работы;
- не требуются особые конструктивные особенности по отводу отработанной среды;
- при появлении небольших утечек рабочей среды практически отсутствуют отклонения от нормального функционирования пневмопровода.

*Недостатками* пневматических исполнительных механизмов являются:

- необходимость вспомогательного источника энергии для выработки требуемой мощности;
- выполнение специальных мероприятий по очистке и осушке воздуха;
- для поддержания постоянства давления требуется применение ресиверов;
- недостаточная надёжность при низких и повышенных окружающих температурах;
- непостоянство скорости перемещения выходного вала исполнительного механизма по его ходу;
- низкий общий КПД пневматических исполнительных механизмов.

Средний КПД пневмодвигателей  $0,3 \div 0,35$ , а при нарушении нормального режима падает до 0,1.

**Гидравлические ИМ**, использующие в качестве рабочей среды масло, имеют следующие *достоинства*:

- лёгкость осуществления бесступенчатого регулирования скорости;
- надёжность в работе;
- возможность работы при отрицательной (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) и повышенной температуре (до  $+50^{\circ}\text{C}$ ) окружающей среды;
- получение больших перестановочных усилий и мощностей при малых габаритах;

- возможность частых и быстрых переключений;
- отсутствие необходимости смазки механизмов;
- высокий КПД и быстродействие.

К недостаткам масляных систем относят:

- необходимость строгой герметичности системы, т.к. утечка масла приводит к ненормальной работе механизмов;
- небольшая дистанционность работы.

Классификация ГИМ:

- по числу рабочих кромок золотника и по конструкции цилиндра:
  - а) с однокромочным золотником;
  - б) с двухкромочным золотником и дифференцированным или недифференцированным цилиндром;
  - в) с четырёхкромочным золотником и недифференцированным цилиндром;
- по характеру открытия щелей золотника (рис. 2.1):
  - а) с положительным перекрытием;
  - б) с нулевым перекрытием;
  - в) с отрицательным перекрытием.

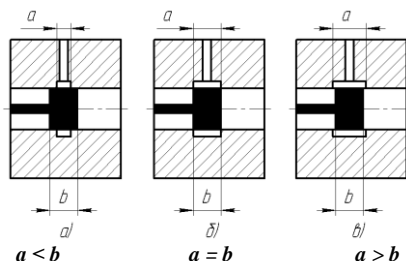


Рис. 2.1. Схемы золотников по характеру открытия щелей

При положительном перекрытии, линия высокого давления разобщена с рабочими полостями цилиндра и со сливом. Такие ГИМ обладают большой жесткостью системы, однако имеют зону нечувствительности, величина которой определяется разностью  $b$  и  $a$ .

ГИМ с нулевым перекрытием не имеет зону нечувствительности. Здесь также линия высокого давления разобщена с полостями цилиндра и со сливом. ГИМ с нулевым перекрытием с технической стороны выполнить очень трудно из-за наличия допусков на размер отверстия и на ширину золотника.

Наиболее часто используются ГИМ с отрицательным перекрытием. Эти ГИМ имеют малую жесткость, которая определяется тем, что линия высокого давления сообщается с обеими полостями цилиндра и со сливом. Не имеет зону нечувствительности. Величина отрицательного перекрытия выполняется от 10 до 60 мкм.

При подаче управляющего сигнала в ГИМ с отрицательным перекрытием золотник смещается от нейтрального положения, нарушается равенство давления в полостях цилиндра и при достижении определенного давления (перепада) механизм приходит в движение.

ГИМ с отрицательным перекрытием применяют в том случае, когда утечки через золотник и жесткость системы не играют решающей роли.

**Дифференциал поршня** – это есть отношение активных площадей поршня с одной и с другой стороны (рис. 2.2).

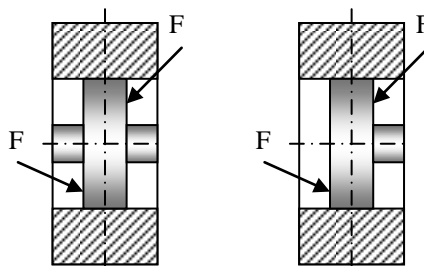
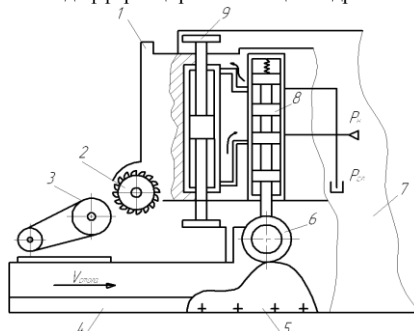


Рис. 2.2. Схема дифференциалов поршней

Схема ГИМ с четырёхкромочным золотником и недифференцированным цилиндром



На примере гидрокопировального фрезерного станка.

На столе 4 фрезерного станка установлена в приспособление заготовка 3 и копия 5. Фреза 2 установлена во фрезерной головке 1, в корпусе которой выполнен гидроцилиндр, в котором расположен поршень со штоком 9. Шток закреплен в корпусе станка 7 (т.е. он не перемещается); во фрезерной головке размещена золотниковая пара 8; втулка золотника закреплена во фрезерной головке.

При перемещении стола вправо копия через ролик 6 перемещает золотник вверх (что показано на схеме), при этом верхняя щель золотника открывается, в результате чего давление масла через данную щель и по каналам, выполненным во фрезерной головке, поступает в верхнюю рабочую полость гидроцилиндра. Нижняя рабочая полость гидроцилиндра сообщается со сливом (сливным каналом).

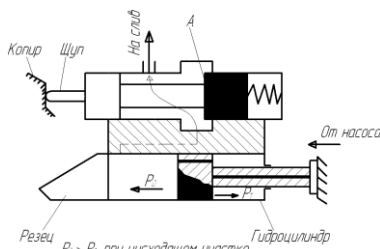
В результате перепада давления в рабочих полостях гидроцилиндра, фрезерная головка также перемещается вверх, т.е. она копирует перемещение ролика. Одновременно перемещается вверх и втулка золотника, уменьшая погрешность рассогласования.

Особенностью рассматриваемой системы является то, что обратная связь осуществляется корпусом фрезерной головки, а сравнивающим элементом (сумматором) является пара золотник – втулка. При их взаимном смещении образуется дросселирующая щель, в результате чего в гидроцилиндр под давлением подается жидкость.

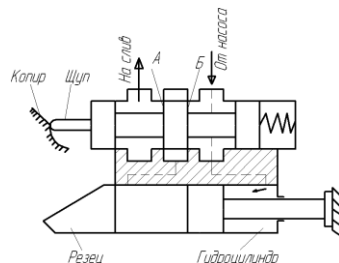
Копир и заготовка выполнены в масштабе 1:1 т.к. входной и выходной сигналы передаются к сравнивающему элементу в одном и том же масштабе.

#### Схема ГИМ с однокромочным золотником

Схема с однокромочным золотником, как самая простая, нашла наибольшее применение в гидросуппортах, но по точности копирования она уступает 1-ой и 2-ой схемам.



#### Схема ГИМ с двухкромочным золотником



А и Б рабочие кромки золотника. При смещении шупа на восходящем участке копира открывается доступ масла в правую полость гидроцилиндра, а из левой полости оно уходит на слив. При опускании шупа на нисходящем участке копира выход масла прекращается, и оно поступает одновременно в обе полости гидроцилиндра. Полезная площадь поршня в правой полости, действующая на суппорт влево, будет больше силы противодействия, и суппорт пойдет влево. Такие конструкции золотников дешевле в изготовлении и поэтому получили большое распространение для токарных гидросуппортов.

В положении, показанном на схеме, шуп скользит по восходящему участку копира. Золотник смещен вправо, и открывает свободный доступ маслу из левой полости гидроцилиндра на слив. Давление в правой полости цилиндра заставляет сдвинуться суппорт вправо. При опускании шупа золотник перекрывает выход масла на слив. В обеих полостях цилиндра устанавливается одинаковое давление масла. Но так как в правой полости размещен шток, то сила  $P_0 > P_1$  и суппорт пойдет влево.

При движении шупа по горизонтальному участку копира золотник частично приоткрывает выход масла на слив таким образом, что наступает равновесие сил  $P_0$  и  $P_1$ . Движение суппорта со следящей подачей прекращается.

#### 2.4.4. Путьевые и конечные переключатели

*Пример 1.* Кулачок воздействует на путьевой датчик и двигатель быстрых перемещений отключается. Перемещаясь шток двигателя, поворачивает рукоятку, включающую рабочую подачу.

*Пример 2.* Станки работают по жестким программам, которые задаются путьевыми датчиками. Зажим и разжим трубы, подъем и опускание призм, перемещение механизма ориентации контролируются гидравлическими реле давлений. Перемещение механизмов станка ограничивается жесткими упорами, исключая перемещение шпиндельных бабок, длина ходов которых ограничивается путьевыми датчиками.

Для автоматического управления движениями исполнительных двигателей гидравлических и пневматических приводов широкое применение находят путьевые и конечные выключатели (переключатели). Они обеспечивают получение информации о положении исполнительных узлов любой машины путем выдачи командного сигнала при достижении рабочим узлом машины необходимого положения.

**Путьевые датчики** (переключатели) выполняют чаще всего на электрической, пневматической или гидравлической основе, сигнал от которых поступает к исполнительным органам непосредственно или через промежуточные звенья.

Путьевые переключатели (выключатели) дают информацию о достижении отдельных участков пути, а конечные выключатели - о достижении конечного положения рабочего органа. В зависимости от скорости переключения контактов путьевые выключатели могут быть простыми и моментными.

**Пневматические путьевые датчики** служат для того, чтобы открыть или закрыть в определенный момент доступ рабочей жидкости или воздуха к исполнительному звену (см. рис. 2.3).

*Достоинство:* при малом ходе копируемого пальца происходит переключение каналов.

$P_n$  – давление воздуха, переходя через отверстие 8 и канал "Б" поступает в рабочую полость исполнительного механизма. Канал "А" перекрыт шариком 4 плунжера 3 находящегося в контакте с седлом отверстия плунжера.

При перемещении механизма оборудования (допустим предельного суппорта токарного станка) его упор набегае на копирный палец 1 и перемещает его в левое крайнее положение. За счет скоса копирного пальца левый плунжер 3 перемещается вверх, а правый плунжер опускается в нижнее положение.

При этом прекращается доступ сжатого воздуха  $P_n$  в канал "Б" и к исполнительному механизму, т.к. шарик плунжера 9 под действием пружины 5 перекрывает сопло. При этом рабочая полость исполнительного механизма через канал "Б" и отверстия в корпусе крана короткого хода соединяется с атмосферой через канал "А".

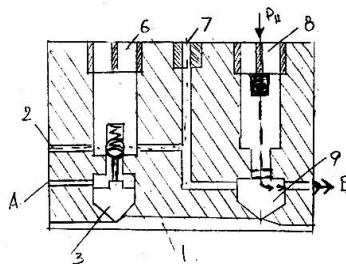


Рис. 2.3. Схема крана короткого хода

Применяющиеся в гидравлических схемах управления **гидравлические путьевые датчики** являются золотниками или пилотами. Они в нужный момент открывают или прекращают доступ жидкой среды к исполнительному звену.

В большом многообразии выпускаемых промышленностью **путьевых датчиков** можно выделить два основных класса: контактные и бесконтактные. Первые выполняют с механическим приводом и магнитоуправляемые. Механические контактные датчики из-за некоторых недостатков, связанных с особенностями их конструкции (электрическая эрозия контактов при коммутации, обуславливающая их ограниченную долговечность; механический износ привода контактов, сложность выполнения защиты от неблагоприятных внешних воздействий).

В последние годы все большее распространение получают *бесконтактные путевые датчики*. Они состоят из трех основных функциональных элементов: чувствительного элемента - обычно индуктивного или емкостного датчика; релейного преобразователя, преобразующего изменяющийся непрерывный входной сигнал в выходной дискретный; усилителя выходного сигнала.

### Тема 2.5. Электрические исполнительные механизмы (лекция-дискуссия – 0,4 час.)

Электрические исполнительные механизмы получили большое распространение в различных системах автоматики.

**Преимущества** электрических исполнительных механизмов по сравнению с исполнительными механизмами, использующими для своей работы другие виды энергии, выражаются в следующем:

- неограниченный радиус действия и управления;
- возможность применения при отрицательной температуре;
- простота в эксплуатации;
- отсутствие сложной системы трубопроводов.

В зависимости от применяемого исполнительного двигателя электрические исполнительные механизмы можно разделить на две группы: электродвигательные и электромагнитные.

В *электродвигательных* исполнительных механизмах, которые иногда называют электрическими приводами, силовым элементом является электродвигатель постоянного или переменного тока. Требования, предъявляемые к исполнительным электродвигателям, определяются спецификой их эксплуатации, из числа которых в качестве общих можно выделить следующие:

- высокую надёжность;
- максимальное быстродействие;
- высокую точность обработки управляющего сигнала;
- широкий диапазон допустимых нагрузок;
- регулирование скорости в широком диапазоне;
- высокий коэффициент полезного действия;
- минимальные габариты и вес.

Приведённым требованиям удовлетворяют двигатели постоянного тока с независимым или самовозбуждением и асинхронные двигатели.

В *электромагнитных* исполнительных механизмах силовым элементом является электромагнит постоянного или переменного тока.

Электромагнитные исполнительные механизмы по сравнению с электродвигательными обладают небольшой мощностью, но при этом отличаются простотой конструкции, несложными схемами управления, высокой надёжностью. Характерная особенность таких механизмов заключается в том, что они могут быть применены только в схемах двухпозиционного управления, т.е. когда регулирующий орган может находиться в двух конечных положениях.

Электромагнитные механизмы способны работать как на постоянном, так и на переменном токе, но у электромагнитов постоянного тока лучше характеристики, поскольку при одинаковых размерах они развивают большее тяговое усилие.

В настоящее время наибольшее распространение получили электромагнитные приводы серии ЭВ, предназначенные для управления различными клапанами, вентилями, задвижками.

Электрические конечные переключатели

ЭКП – применяются в системах электроавтоматики, электропневматики, электрогидравлики (рис.2.4).

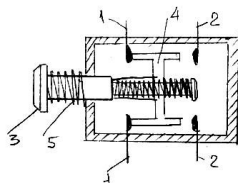


Рис. 2.4. Схема ЭКП

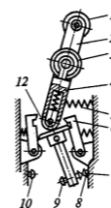


Рис. 2.5. Моментный электрический путевой выключатель

При перемещении механизма упор набегаёт на ось 3 и, преодолевая усилие пружины 5, соединяет мостиком 4 контакты 2. При этом контакты 1 являются разомкнутыми. В результате подается сигнал к исполнительному механизму.

Применяются для быстротечных механизмов. Это объясняется тем, что при большой скорости перемещения механизма, будет мало время разряда электрической дуги между контактами и мостиком, а снижение времени заряда снижает электрическую эрозию контактов.

При большом времени разряда (для медленно перемещающихся механизмов) такие выключатели применять нельзя, т.к. они быстро выходят из строя за счет эрозии.

С точки зрения долговечности наиболее долговечными являются переключатели с перекидным механизмом (рис. 2.5). Это, по сути, контактные переключатели, обеспечивающие замыкание одних и размыкание других электроконтактов. Состоят из:

- 1 – ролик;
- 2 – рычаг;
- 3 – ось;
- 4 – плунжер;
- 5 – пружина;
- 6 – собачка;
- 7...10 – контакты;
- 11 – мостик.

Еще более долговечными являются *«Герконы КЭМ»*.

Герконы (герметизированные магнитоуправляемые контакты) широко применяются в коммутационных изделиях. В первую очередь, это связано с широким спектром преимуществ, которые предоставляют герконы для разработчиков:

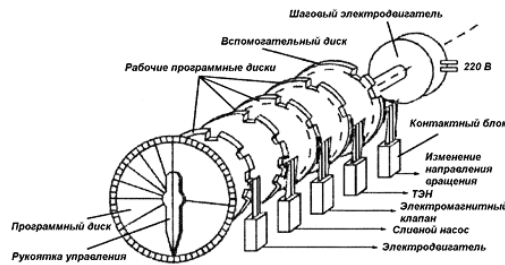
- благодаря полностью герметичному контакту герконы могут применяться в условиях повышенной влажности и запыленности в широком диапазоне рабочих температур (-60°С...150°С)
- высокое быстродействие, от 0,5 до 1,5 мс;
- малая потребляемая мощность, от 50 до 200 мВт;
- высокая механическая износостойкость: ударные нагрузки до 500 гр, высокая вибрация;
- долгий срок службы, от 10 млн. срабатываний и выше.

### Тема 2.6. Система управления с командоаппаратом (лекция-дискуссия – 0,2 час.)

Цикличность производственных процессов многих механизмов привела к появлению особого класса аппаратов управления, которые обеспечивают выполнение программы работы исполнительных устройств в заданной последовательности. Такие устройства называют *командоаппаратами* или *командоконтроллерами*.

**Командоаппарат** представляет собой механическое устройство, периодически воздействующее на электрические чувствительные элементы, которые вырабатывают управляющие сигналы. Основной деталью такого устройства является вал или барабан, который получает движение от механизма станка или электродвигателя. В первом случае осуществляется управление в функции перемещения органов станка, а во втором – в функции времени.



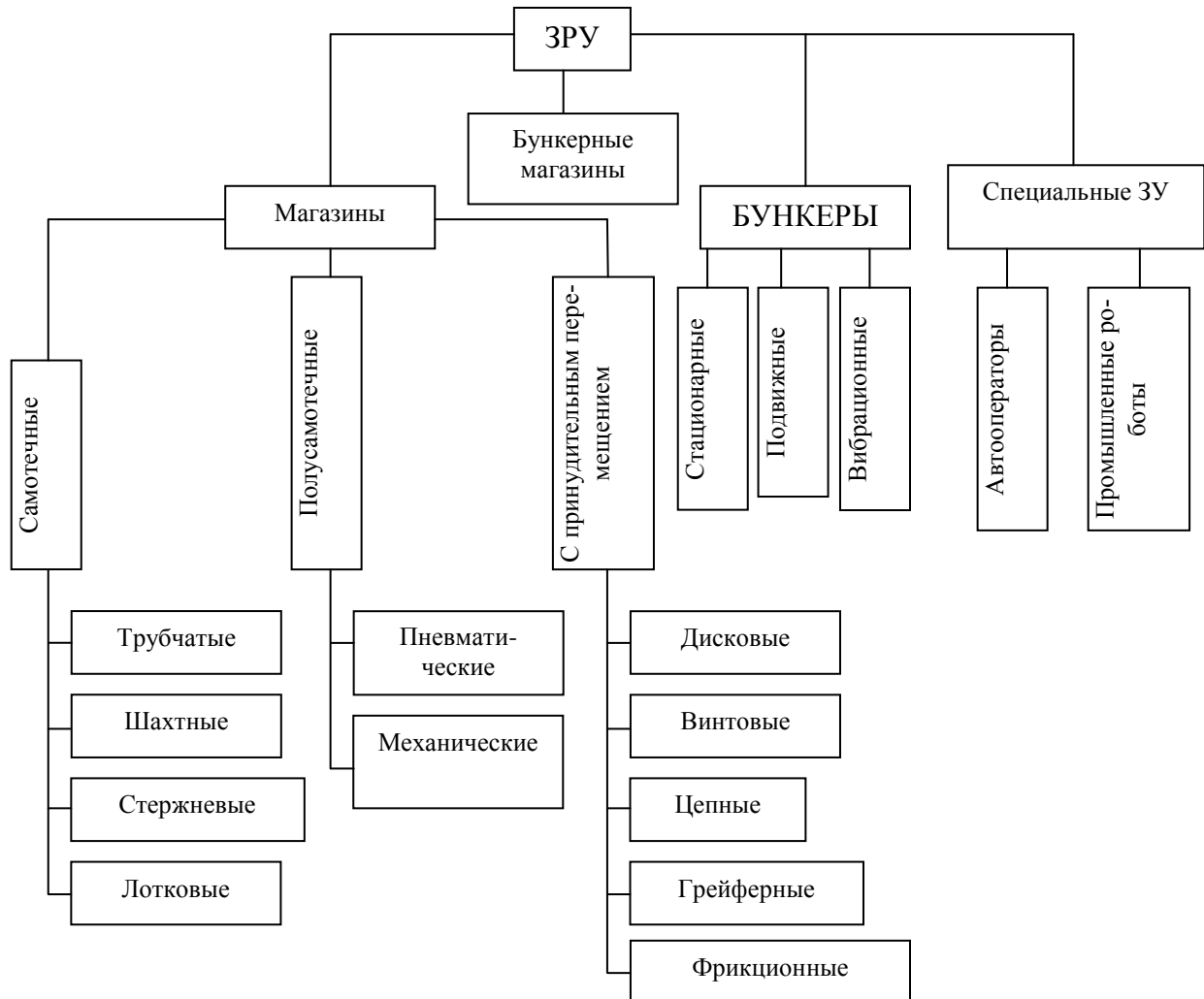


### Раздел 3. Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении

#### Тема 3.1. Классификация ЗРУ (лекция-дискуссия – 0,2 час.)

Загрузочные устройства предназначены для загрузки и разгрузки технологического оборудования, автоматической ориентации заготовок, обеспечения заданной производительности технологического оборудования.

Наиболее характерными причинами, нарушающими загрузку заготовок являются отступления от технологических требований при изготовлении заготовок:



- изменение формы и размеров, вследствие чего не обеспечивается надежное ориентирование и проходимость заготовок в лотках и транспортирующих устройствах;
- износ захватных и ориентирующих органов, лотков, склизов и других элементов;
- несинхронность работы загрузочного устройства и станка, вызываемая неравномерностью производительности бункерного загрузочного устройства;
- трудность автоматического отделения стружки от деталей и накопление ее в рабочей зоне станка;
- загрязнение деталей и лотков.

Поэтому весьма важным условием надежного прохождения деталей в загрузочных устройствах является соблюдение технологической дисциплины изготовления заготовок и разработка таких конструкций, которые позволяли бы легко удалить некачественные заготовки из лотка и других функциональных механизмов.

Разрабатывая классификационную схему по трем основным признакам, а именно, количеству осей симметрии, соотношению размеров и сложности форм, получим сравнительно небольшое и четко определенное количество классификационных категорий, потому что для каждого из классификационных признаков рациональное количество градаций ограничено. Так, например, по количеству осей симметрии число градаций будет, как показано выше, равно трем. В схеме отсутствуют детали очень длинные и очень сложных форм. Предполагается, что абсолютные размеры деталей не превышают 200 мм, а их масса не больше 200 г.

По соотношению размеров (рис. 3.1.) все детали могут быть подразделены на три главных разряда:

- стержневые;
- равноразмерные или почти равноразмерные;
- пластинчатые.

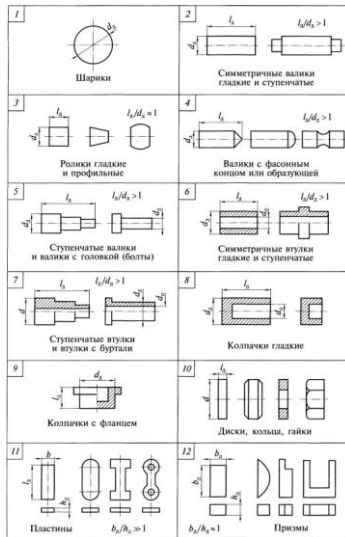


Рис. 3.1. Классификация деталей по их пригодности к автоматическому ориентированию

По сложности геометрических форм можно подразделить детали на четыре группы:

- простые гладкие;
- средней сложности;
- сложные;
- очень сложные.

### Тема 3.2. Самотечные магазины (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

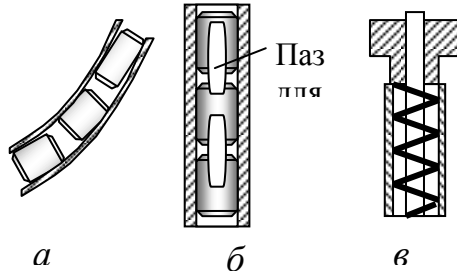
**Самотечные магазины** предназначены для перемещения крупногабаритных, а также трудно ориентируемых автоматически в пространстве заготовок. Заготовки в магазин загружаются вручную поштучно, либо группами.

В этих магазинах заготовки перемещаются под действием силы тяжести, т.н. *гравитационный метод* перемещения заготовок.

**Трубчатые самотечные магазины**, как правило, используются для транспортировки заготовок в соотношении  $L/D = 1,5...12$ , имеющих цилиндрическое сечение. В некоторых случаях сечение трубчатого магазина может быть нецилиндрическим (к примеру, для транспортировки бочкообразных роликов).

**Трубчатые магазины** бывают: жесткими и гибкими. Жесткие могут быть: прямыми (рис.3.2, а) и изогнутыми (рис.3.2, б). Гибкие трубчатые магазины делаются из пружины, которая надевается на цилиндрический стержень соответствующего диаметра (рис.3.2, в).

Рис. 3.2. Схемы трубчатых магазинов



**Шахтные самотечные магазины** – используются для установки некруглых, плоских заготовок. Обычно в качестве направляющих шахтного магазина служат профильные уголки, которые определяют положение заготовки (загружаются вручную) (рис. 3.3). В некоторых случаях шахтные магазины для удобства загрузки заготовок и в соответствии с рабочей зоной оборудования могут быть выполнены наклонными.

**Стержневые самотечные магазины** – служат для размещения заготовок, имеющих в качестве направляющего элемента в магазине внутреннее отверстие (рис. 3.4).

**Лотковые самотечные магазины** делятся на лотки скаты и лотки склизы. В лотках скатах заготовка при транспортировке скатывается по направляющей поверхности магазина. В лотках склизах она скользит по поверхности лотка.

Лотки бывают: прямыми (рис. 3.5, а), изогнутыми (вогнутыми, выпуклыми) (рис. 3.5, б), зигзагообразными (рис. 3.5, в). Кроме того, направляющая поверхность лотка может быть выполнена в виде роликов (рис. 3.5, г).

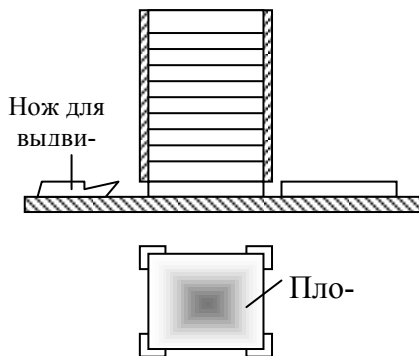


Рис. 3.3. Схема шахтного мага-

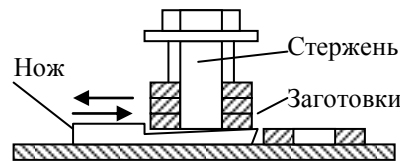


Рис. 3.4. Схема стержневого магазина

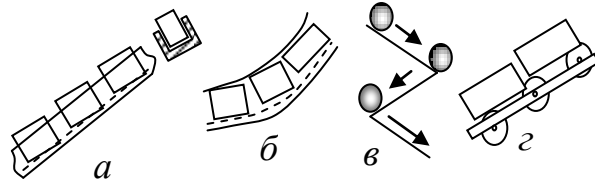


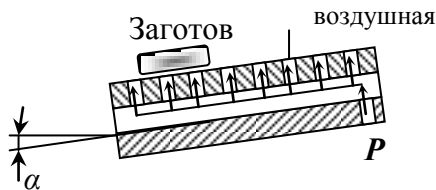
Рис. 3.5. Схемы лотков

### Тема 3.3. Полусамотечные магазины (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

**Полусамотечные магазины** – применяются в тех случаях, когда изделие либо заготовку надо подавать в зону контроля, либо питателю с наибольшей скоростью, определяющую необходимую плавность движения.

**Пневматические полусамотечные магазины** – используются для перемещения заготовок имеющих малую шероховатость поверхности скольжения, либо декоративное покрытие в виде краски, хромирования, никелирования, т.е. такую поверхность, которую нельзя портить при транспортировке заготовки. В этих магазинах давление воздуха образует воздушную прослойку между направляющей поверхностью лотка и поверхностью скольжения заготовки, которая снижает трение в месте скольжения (рис.3.6).

Рис. 3.6. Пример пневматического полусамотечного магазина



В таких магазинах угол наклона лотка составляет  $\alpha = 6 \dots 8^\circ$ . Эти магазины применяются в случаях:

- когда недопустимы истирание и износ поверхности скольжения заготовок;
- плоскость скольжения обладает высокими фрикционными свойствами (заготовка из резины, пластика и т.п.);
- когда лоток (транспортное устройство) установлен во взрывоопасном помещении.

**Механические полусамотечные магазины** – могут быть одно-, двух-, либо трех валковые. В этих магазинах трение между заготовкой и направляющей поверхностью устройства (валков) снижается за счет образования скорости перемещения направляющей поверхности в поперечном либо перпендикулярном направлении к направлению перемещения заготовки.

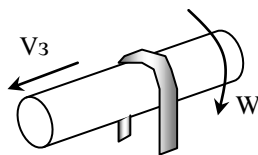


Рис. 3.7. Пример перемещения заготовки на одновалковом магазине

У двухвалковых магазинных устройств оси валков расположены различно, в зависимости от формы валков. Если оба валка являются цилиндрическими, то оси валков устанавливаются под некоторым углом между собой (наподобие бесцентрового шлифования), для обеспечения осевой составляющей скорости перемещения заготовки. В случае если один вал цилиндрический (направляющий вал), а второй конический, то в этом случае оси валков лежат в одной плоскости.

### Тема 3.4. Примеры расчётов (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

#### 3.4.1. Расчет ширины лотка из условия не заклинивания заготовки

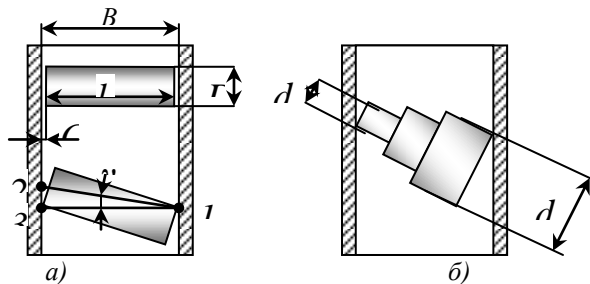


Рис. 3.8. Схемы падения заготовок

$B - l = C$  (зазор).

$C = B - l = 0,5 \dots 1$  мм.

$\text{tg} \gamma \leq \text{tg} \rho = \mu$ ; где  $\rho$  – угол трения;  $\mu$  – коэффициент трения заготовки о стенки лотка.

Если  $\text{tg} \gamma < \text{tg} \rho = \mu$ , то заготовка заклинится.

Если  $\text{tg} \gamma > \text{tg} \rho$ , то заготовку не заклинит.

$$B > \sqrt{D^2 + l^2} / \sqrt{1 - \mu^2};$$

Если заготовка имеет разные размеры торцевых поверхностей, то:

$$B > \sqrt{dcp^2 + l^2} / \sqrt{1 - \mu^2}, dcp = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Расчет ширины лотка на изогнутой части лотка

$$B = c + d + S;$$

$$S = R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}};$$

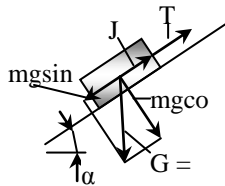


Рис. 3.10. Схема к

$$B = c + d + R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}}$$

Расчет времени перемещения (скольжения) заготовки по наклонному лотку

$\alpha$  – угол наклона лотка;

$J$  – инерционная составляющая,  $J = ma$ ,  $a$  – ускорение перемещения;  $m$  – масса;

$T$  – сила трения.

$$t = \sqrt{\frac{2x}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$$

, без учёта трения по боковым поверхностям, а в действительности:

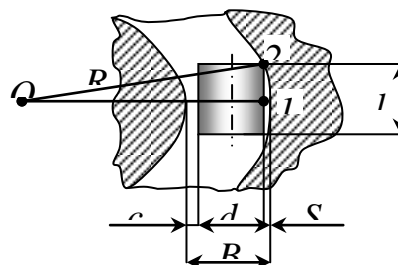


Рис. 3.9. Схема к расчёту

$$t = k \frac{2x}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} \text{ (более точная формула),}$$

где  $k = 1,5 \dots 2$  – коэффициент, зависящий от трения заготовки о боковые поверхности лотка.

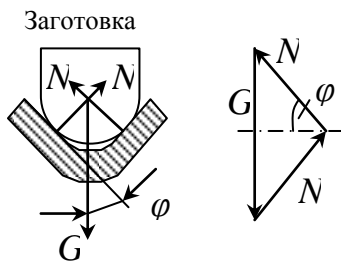
Для лотков-склизов рекомендуется угол  $\alpha = 25 \dots 30^\circ$ , для уголковых лотков  $\alpha = 60^\circ$ , для лотков-скатов  $\alpha = 6 \dots 10^\circ$ .

Расчет приведенного коэффициента трения

$\varphi$  – угол трения;

$N$  – нормальная усилия;

$G$  – сила тяжести.



$$T = \mu \frac{G}{\sin \varphi};$$

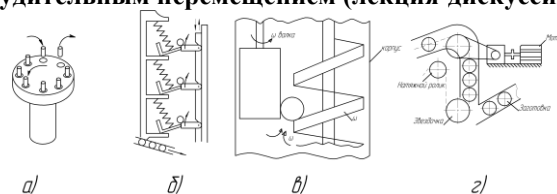
$$T = \mu_{пр} G;$$

$$\mu_{пр} = \mu \frac{1}{\sin \varphi}$$

где  $\mu_{пр}$  – приведённый коэффициент трения.

Рис. 3.11. Эскиз к рас-

### Тема 3.5. Магазины с принудительным перемещением (лекция-дискуссия – 0,6 час.)



а) дисковый; б) грейферный; в) винтовой; г) цепной

Рис.3.12. Схемы магазинов

**Грейферные транспортёры.** В корпусе 1 возвратно-поступательно перемещается штанга 6, которая в качестве захватывающих органов имеет собачки 7. На противоположной стороне в корпусе имеются собачки 3, подпружиненные пружинами 4. Заготовка 5 поступает в транспортер по приемному лотку 2 и попадает на нижнюю собачку штанги. При перемещении штанги вверх на один шаг, равный расстоянию между собачками, заготовки находятся на последних, преодолевая усилие пружины, поднимают собачку корпуса вверх и перемещаются за неё.

При перемещении штанги вниз на величину шага, собачки корпуса удерживают заготовки, а собачки штанги отклоняясь вверх, скользят по заготовке, оставляя их на собачках корпуса. Верхняя заготовка в устройстве переходит в отводящий лоток для транспортирования к следующему оборудованию.

**Винтовые устройства.** Часто используются для поднятия заготовок.

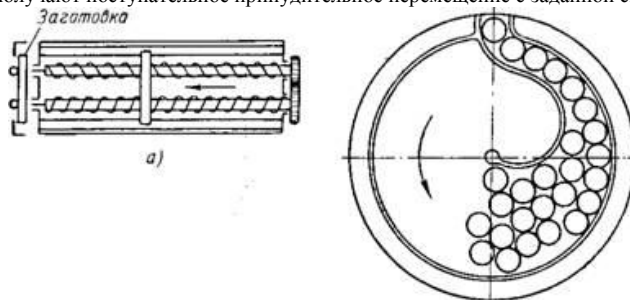
**Цепные устройства.** Используются как транспортные устройства для передачи заготовок от одного рабочего места к следующему, в соответствии с технологическим процессом обработки. Цепные транспортеры имеют один привод и замкнутую цепь транспортирования, широко используются в конструкции автоматических линий.

На ведущей и ведомой звездочках расположены две параллельные цепи, объединенные планками, равномерно расположенными на расстоянии, учитывающем размещение заготовки между планками. Если это расстояние намного больше, чем размер размещаемой заготовки, то в приемном лотке должен располагаться отсекающий, который открывает доступ заготовки к магазину тогда, когда подходит очередная планка в цепи.

В магазине может быть расположен более чем один приемный лоток, в зависимости от производительности последующего технологического оборудования. В ряде конструкций цепных элеваторных подъемников, вместо перекладин используют захваты, на которые попадает заготовка из приемного лотка. В этих конструкциях можно не предусматривать отсекатели. В качестве привода толкателя могут быть использованы: пневмо-, гидро- и механические приводы.

В корпусе 1 (рис. 3.14) установлена сверху постоянная (неподвижная) гребенка 4. Подвижные гребенки 3 перемещаются относительно неподвижных с помощью электродвигателя 2 через редуктор 7 и кулисный механизм 8, а также через планку 5 и угольник 6. В конструкции предусмотрено перемещение гребенок по Т-образным пазам стола транспортера, а также изменение хода подвижной гребенки за счет перемещения ползуна (кулисного механизма). Эти конструктивные решения предназначены для переналадки транспортера применительно к другим типоразмерам заготовок.

**Фрикционный магазин** применяется для подачи колпачков, длина которых в 3...4 раза больше диаметра. Магазин состоит из двух валиков, на одном из которых нарезана или навита правая спираль, а на другом – левая. Валики имеют вращение в разные стороны, в результате чего подаваемые заготовки получают поступательное принудительное перемещение с заданной скоростью.



а) валиковый;

б) дисковый

Рис. 3.15. Фрикционные магазины

### Тема 3.6. Бункерные магазины (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

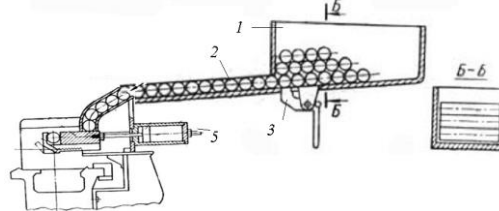


Рис. 3.16. Схема бункерного магазина с возвратно-поступательным двигателем

**Бункерные магазины** – используются для установки крупногабаритных заготовок и заготовок, которые не поддаются автоматическому ориентированию. Заготовки в бункерные магазины загружаются вручную, либо, с целью повышения производительности загрузки, они загружаются кассетами, в которых заготовки также устанавливаются и ориентируются вручную (рис. 3.16).



Рис. 3.17. Схема сводоразрушителя

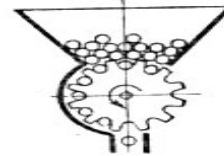


Рис. 3.18. Схема бункерного магазина

Заготовка 2 из накопителя 1 на линию центров станка (ЛЦС) попадает с помощью возвратно-поступательного движения питателя 4, который может приводиться в действие пневмо- или гидроприводами, а также с помощью механических приводов. На схеме приведен привод с использованием кулачка 5 находящегося на распределительном валу.

При вращении распределительного вала, рабочая поверхность профиля кулачка перемещает питатель 4, с расположенной в нем заготовкой на ЛЦС. После закрепления заготовки в установочно-зажимном приспособлении станка и дальнейшем вращении кулачка, питатель под действием пружины 6 будет отходить от ЛЦС в исходное положение.

В данной конструкции предусмотрен сводоразрушитель 3 (рис. 3.17). Кроме указанной схемы разрушителя, используется еще и вибраторы, которые сообщают колебательные движения бункеру, которые разрушают своды.

### Тема 3.7. Бункерные загрузочные устройства (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

**Бункерные загрузочные устройства** – предназначены не только для поштучной выдачи заготовки, но и для автоматической ориентации их в пространстве. В этом случае заготовки загружаются навалом (не ориентировано). Используются бункерные загрузочные устройства для загрузки малогабаритных заготовок небольшого веса, и которые поддаются автоматическому ориентированию (втулки, колпачки, ролики).

Важным свойством построенной таким образом схемы (рис. 3.19) можно считать то, что в ней находят своё место не только все известные в настоящее время бункерных ориентирующих устройств, но также и те, которые могут быть созданы в будущем.

В некоторых случаях, когда емкость бункера недостаточна для обеспечения работы автоматического оборудования в заданное время, в конструкции предусматривается дополнительный бункер. Уровень заготовок в основном бункере должен быть таким, чтобы заготовки и их масса не нарушали работу механизмов бункерного устройства.

$$Wб = \frac{WzT}{\eta tш}$$

, где

Wб – объём бункера;

Wz – объём заготовок;

T – время работы автомата;

tш – штучное время обработки заготовки;

η – коэффициент заполнения бункера заготовками (0,2...0,8).

Время двойного хода падающего механизма должно быть не меньше, чем время скольжения заготовок по приемному лотку.

$L = V / \cos\alpha$ ; α – угол наклона накопителя (α = 30°).

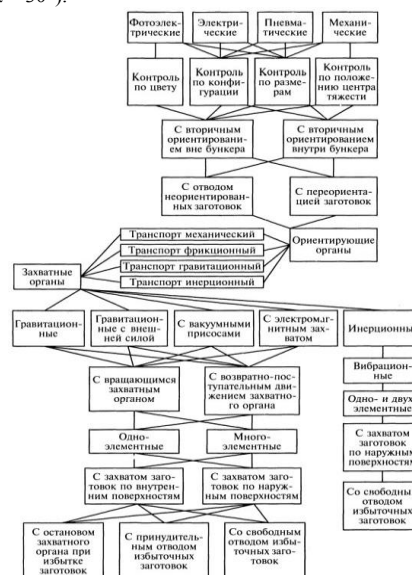


Рис. 3.19. Классификационная схема бункерных ориентирующих устройств

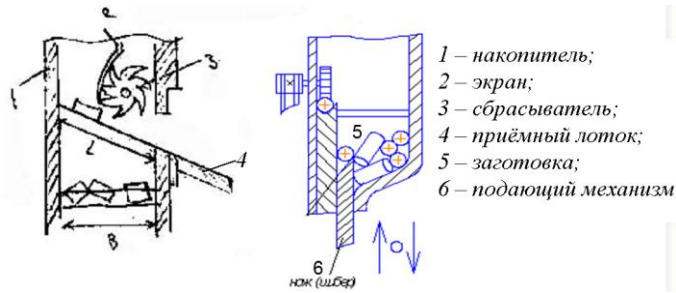


Рис. 3.20. Схема шиберного (ножевого) бункера

$$t_{\text{дв.хода}} = k \sqrt{\frac{2L}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \text{ — время скольжения по наклонному лотку;}$$

$$n = \frac{60}{t_{\text{дв.х.}}} \text{ — число двойных ходов в минуту;}$$

$$Q = n \frac{L}{l} \eta \text{ — производительность, где}$$

$L$  — длина лотка;

$l$  — длина заготовки;

$\eta$  — коэффициент заполнения лотка заготовками (0,3...0,6).

$$Q \geq Q_{s \tan ka} = \frac{1}{t_{\text{из}}}$$

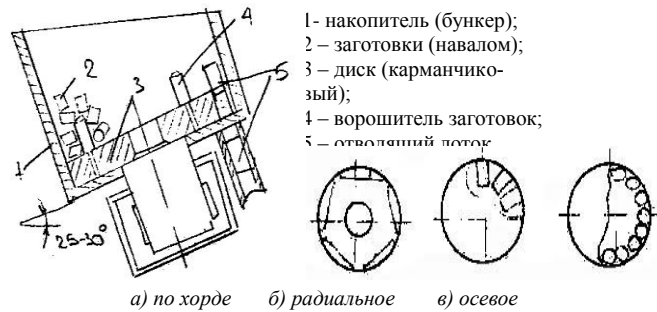


Рис. 3.21. Схема дискового карманчатого бункера

Также различают три варианта ориентации заготовок в диске.

$l/d \leq 1$  — условие применения.

Производительность карманчатого бункера:  $Q = n \cdot z \cdot \eta$ ; где

$n$  — число оборотов диска;

$z$  — количество карманов в диске;

$\eta$  — вероятность захвата заготовки карманом (0,3...0,65).

Для увеличения производительности, при  $n = const$ , необходимо делать перемычки между карманами как можно меньше, из условия их прочности.

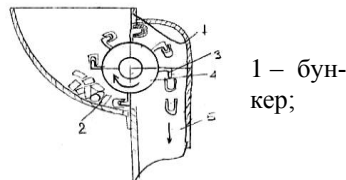


Рис.3.22. Схема крючкового бункера

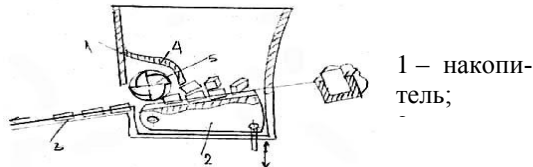


Рис.3.23. Схема секторного бункера

### Тема 3.8. Вибрационные лотки (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

Эти устройства нашли широкое применение в автоматизированной загрузке технологического оборудования заготовками весом до 1 кг. Они не требуют дополнительных устройств отсекаания и ориентации заготовок. Обладают большой производительностью, которая может регулироваться бесступенчато.

Привод виброустройство может быть пневматическим, гидравлическим, электрическим (наиболее распространен).

Лоток закреплен на пружинах из стали 65Г и на шарнирах.

Угол  $\alpha$  должен быть меньше угла трения о направляющий лоток, т.е:

$$\alpha < \rho = \arctg \mu;$$

$$\alpha = 1...3^\circ;$$

$$\tau = 8...30^\circ \text{ — угол установки пружин относительно поверхности лотка;}$$

$\mu$  — коэффициент трения покоя;

При работе вибролоток совершает плоскопараллельное перемещение и заготовки, при определенной амплитуде колебания лотка, перемещаются вверх по лотку.

Вправо-вверх лоток перемещается под действием магнитного поля электромагнита, в течение одного полупериода выпрямленного тока. В течение другого полупериода, лоток перемещается влево-вниз, под действием упругой деформации пружины (это возвращение лотка в исходное состояние).

### Тема 3.9. Вибробункеры (лекция-дискуссия – 0,6 час.)

Принцип действия вибробункера аналогичен принципу действия вибрототка, в отличие от которого лоток в вибробункере представлен в виде спирали, выполненной на внутренней цилиндрической поверхности накопителя бункера.

Пружины обычно три:



Под действием магнитного потока, возникающего между якорем (на пружине) и электромагнитом, возникают тангенциальное и вертикальное колебания бункера, результирующая этих колебаний направлена по винтовой линии. В конструкции может быть один, либо три электромагнита.

По конструкции вибробункеры делятся на:

- с тангенциальными вибраторами (рис. 3.26);
- с вертикальным вибратором;
- с разделением колебаний, когда тангенциальные колебания осуществляются одним вибратором, а вертикальные – другим.

Вибробункеры с разделением колебаний позволяют осуществить более плавное перемещение заготовок по лотку, однако они более сложны в конструктивном исполнении.

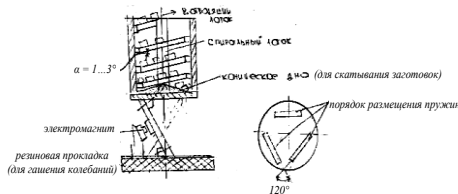


Рис. 3.25. Схема вибробункера

В процессе работы бункера и за счёт его конусного основания и центробежных сил действующих на заготовку, последние перемещаются к стенкам цилиндрического бункера и, попадая на лоток, перемещаются по нему вверх, до отводящего лотка.

Лотки в корпусе привариваются, припаиваются, либо делаются литые с корпусом в процессе отливки, либо механической обработки.

Привёрнутые лотки способствуют возникновению собственных колебаний (вынужденных), которые нарушают работу вибробункера и как следствие, стабильность перемещения заготовок.

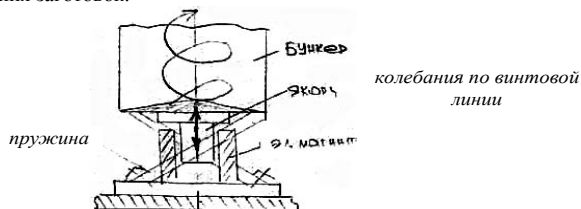


Рис. 3.26. Схема вибробункера с тангенциальными вибраторами

## Глава 4. Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств

### Тема 4.1. Отсекатели (отделители) (лекция-дискуссия – 1 час.)

**Отсекатели** – предназначены для отделения одной заготовки из общего потока заготовок и передачи её питателю.

В некоторых случаях отсекатели выполняют функцию питателя.

Рассмотрим наиболее широко применяемые схемы отсекателей.

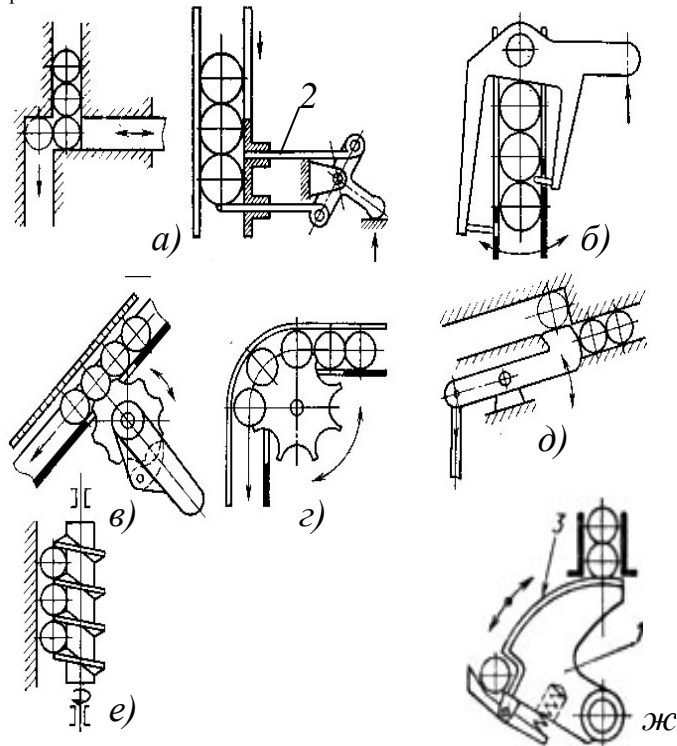


Рис. 4.1. Типы отсекателей магазинных и бункерных устройств:

а – шибберный с одним и двумя отсекателями, с возвратно-поступательным движением; б – типа качалки; в – кулачковый, с вращательным движением; г – барабанного типа; д – с качательным движением; е – дисковый; ж – винтовой; з – с колебательным движением; 1 – питатель; 2 – отсекатель; 3 – отсекающая поверхность

## Тема 4.2. Механизмы ориентации (лекция-дискуссия – 1 час.)

**Механизмы ориентации** – это устройства, предназначенные для придания заготовке ориентированного положения при перемещении по транспортирующим устройствам, а также для изменения ориентации заготовок и удаления неправильно ориентированных.

**Вторичная ориентация** предназначена для ориентации деталей в общем лотке. Принцип работы таких устройств заключается в изменении направления перемещения заготовок.

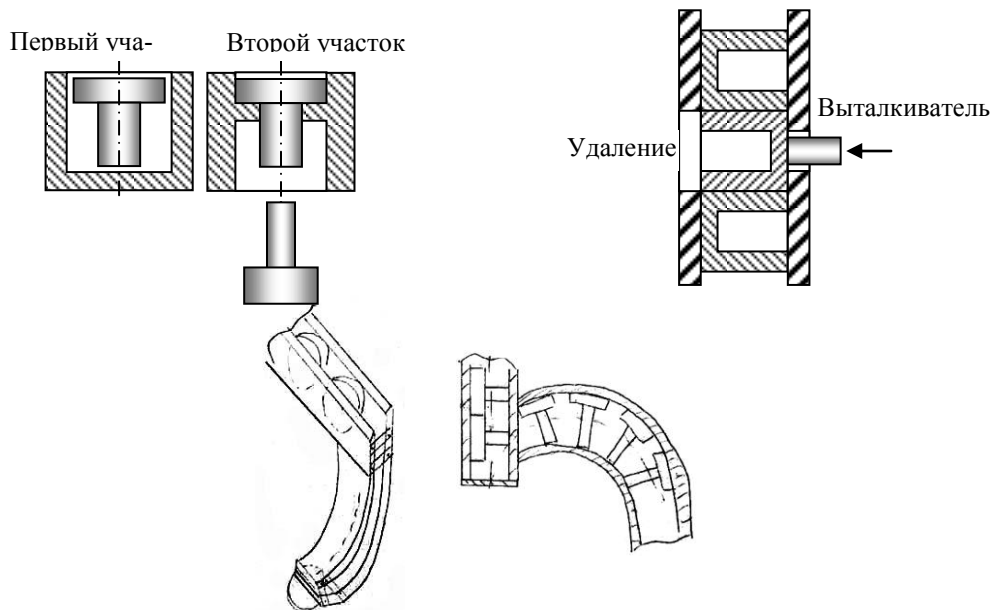
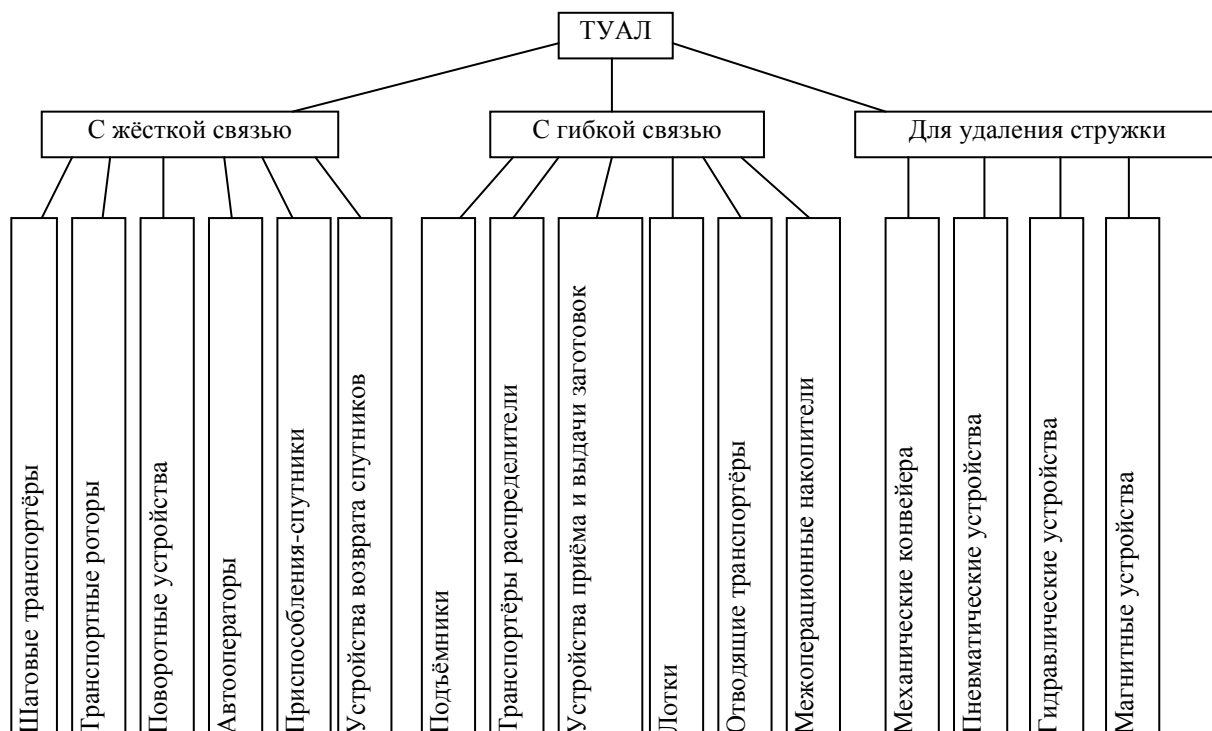


Рис. 4.2. Устройства ориентации

Рис. 4.3. Схема устройства поворота заготовки на 90° и 180° (используется в основном для ГПС)

## Тема 4.3. Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ) (лекция-дискуссия – 2 час.)



ТУАЛ предназначены для передачи заготовок с одной позиции на другую. В процессе транспортирования деталей, либо заготовок может выполняться ряд сложных операций: поворот и ориентация заготовок, загрузка и разгрузка рабочих позиций станков, разделение потоков, создание заделов для обеспечения бесперебойной работы линии. От правильного выбора типа транспортного устройства зависит производительность и надёжность работы линии.

ТУАЛ делятся на два основных класса: ТУАЛ с жёсткой и гибкой связями.

Отдельную группу составляют транспортные устройства, предназначенные для удаления стружки.

Транспортные устройства автоматических линий с жёсткой связью

**Шаговые транспортёры.** Применяют в автоматических линиях из агрегатных станков, осуществляющих обработку корпусных деталей, валов электродвигателей, осей и ступенчатых валов. Обрабатываемые заготовки перемещают с одной позиции на другую на определённый шаг, равный расстоянию между станками или кратный ему.

Типы шаговых транспортёров:

- с собачками;
- с флажками;
- рейферные;
- рейнерные;



- толкающие;
- цепные.

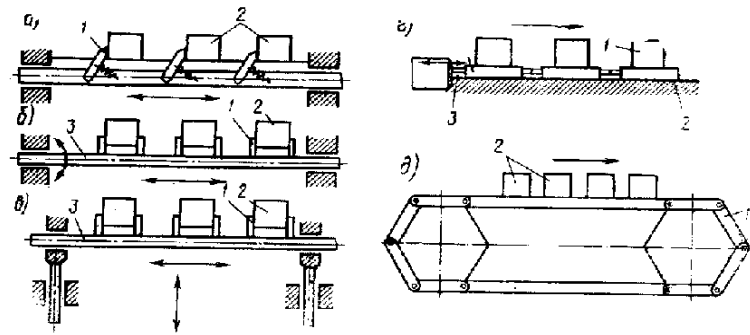


Рис. 4.4. Схемы транспортеров автоматических линий с жесткой связью:

1 – штыри; 2 – детали; 3 – транспортер; а) шаговый транспортер с собачками; б) шаговый транспортер с поворотными штангами и с жестко закреплёнными на них штырями; в) грейферный шаговый транспортер со штырями; г) толкающий шаговый транспортер; д) цепной транспортер

Наибольшее распространение получили **шаговые транспортеры с собачками** ( $V = 10$  м/мин) (рис. 4.4, а). Их преимущество – простота движения (прямолинейное возвратно-поступательное) и простота привода (пнеumo- или гидро-), а основной недостаток – сложность точного базирования на рабочей позиции станка.

Устройство и работа: на штанге установлены подпружиненные собачки на осях. При движении вперед (слева направо) штанга совершает возвратно-поступательное движение, захватывает заготовку и перемещает на следующую позицию. При движении назад собачки утапливаются, поворачиваясь на осях, и проходят под заготовкой.

**Шаговые штанговые с флажками** (рис. 4.4, б) обеспечивают скорость перемещения более 10 м/мин и более точное позиционирование заготовок на рабочих позициях. При движении вперед штанга с флажками захватывает заготовку и перемещает их на один шаг. При движении назад поворачивается на определенный угол и освобождает заготовки. Здесь требуется дополнительный привод.

**Грейферные шаговые транспортеры** (рис. 4.4, в). Штанга транспортера с флажками перемещает заготовку в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Транспортер работает по следующему циклу: подъем заготовок вверх, перемещение на один шаг вперед, опускание на направляющие и возврат в исходное положение. Транспортеры данного типа применяются в тех случаях, когда захват заготовок может быть осуществлен только с одной стороны и для перемещения и установки их следует сначала поднять.

**Рейнерные шаговые транспортеры.** Представляют собой усложненный тип грейферных. Заготовки перемещаются захватами, сидящими на штанге, которая располагается сверху станков. Эти транспортеры нашли применение на автоматических линиях для обработки валов. Их преимущества: упрощается компоновка линии и экономия производственной площади.

**Толкающие шаговые транспортеры** (рис. 4.4, г). В них шток гидроцилиндра непосредственно действует на последнюю заготовку всего ряда, перемещая их вплотную друг к другу. Недостаток: накопление ошибок при позиционировании заготовок из-за разброса их линейных размеров.

**Цепные транспортеры** (рис. 4.4, д). Могут применяться как в качестве средств непрерывного транспорта, так и шагового. Заготовки свободно лежащие на цепи перемещаются на расстояние большее, чем предусмотрено шагом между позициями. Заготовки перемещаются до тех пор, пока начнут работу выдвигные упоры.

**Транспортные роторы.** (Выдать раздаточный материал). Применяются в роторных автоматических линиях. С помощью роторов выполняется передача от одного рабочего места к другому. Транспортные роторы включают механизмы захвата и ориентации заготовок, удаления их из потока, контроля, положения, изменения их шагового расположения, сопровождения заготовок на участке передачи, подпитки, деления и объединения потоков. Передача детали осуществляется непосредственным выдавливанием или перетаскиванием ее из паза транспортного ротора в рабочий, с принудительным приводом от кулачка.

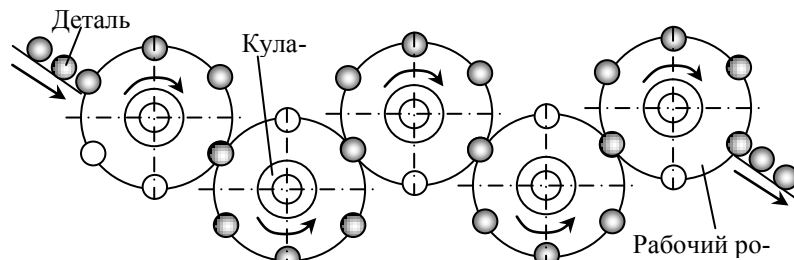


Рис. 4.5. Схема транспортного ротора

**Поворотные устройства.** С их помощью осуществляется изменение ориентации заготовок.

В зависимости от технологического процесса обработки заготовки, на автоматической линии применяются следующие типы поворотных устройств:

- поворотные столы для поворота заготовок вокруг вертикальной оси;
- барабаны для поворота вокруг горизонтальной оси;
- кантователи для поворота заготовки вокруг наклонной оси.

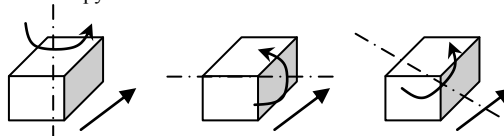


Рис. 4.6. Схема ориентирования заготовок

**Приспособления-спутники.** Применяются для деталей сложной формы (коленчатые валы, шатуны, рычаги, вентили, поршни и т.п.), которые трудно автоматически фиксировать и закреплять на позициях обработки.

Форма и габариты спутников зависят от формы и размеров обрабатываемой детали и способа их обработки на автоматической линии.

Транспортные системы автоматических линий со спутниками состоят из транспортеров для прямого и возвратного перемещения спутников и двух связывающих их транспортных устройств, расположенных в начале и в конце линии.

**Транспортные устройства возврата спутников.** Перемещают спутники от конца линии к ее началу на загрузочную позицию. Для получения компактной линии их располагают под основным транспортным устройством или над ним.

Транспортные устройства автоматических линий с гибкой связью

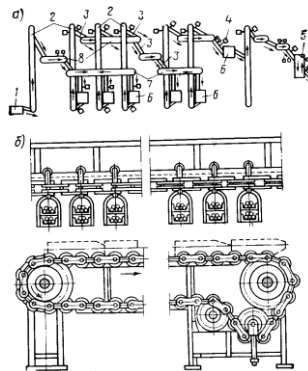


Рис. 4.7. Схема транспортёров с гибкой связью для перемещения деталей:

а) транспортная система, применяющаяся на участке токарной обработки внутренних колец в автоматическом цехе; б) цепной транспортёр для непрерывного или периодического перемещения деталей; 1 – автоматический бункер; 2 – подъёмник; 3 – отводящие лотки; 4 – заготовки колец; 5 – автоматический магазин; 6 – автоматы; 7 – транспортёр-распределитель; 8 – отводящий транспортёр

**Автоматические линии с гибкой связью** – это линии, в которых станки работают независимо друг от друга, по своему самостоятельному циклу, а связь между ними осуществляется благодаря межоперационным заделам.

Типовая автоматическая линия с гибкой связью состоит из следующих основных транспортно-загрузочных устройств (см. рис. 4.7, а).

**Подъёмники** – предназначены для транспортирования заготовок на заданную высоту, с которой они под действием собственного веса скатываются по транспортным устройствам к рабочим позициям. На автоматических линиях применяется три вида подъёмников: цепные, толкающие, вибрационные.

**Цепной подъёмник** – заготовки скатываются под действием силы тяжести. Работает плавно и с высокой надёжностью.

**Толкающий подъёмник** – для подъёма заготовок на высоту не более 1 метра. Недостаток – малая производительность, возможность заклинивания.

**Вибрационный подъёмник** – для транспортирования лёгких заготовок. Может использоваться и как операционный накопитель.

**Транспортёры-распределители** – для распределения заготовок на ряд параллельно действующих станков автоматической линии.

Различаются по способу транспортирования на принудительные и гравитационные.

**Транспортные устройства автоматических линий для удаления стружки**

В автоматических линиях стружка удаляется различными устройствами, которые в совокупности составляют транспортную систему. В зависимости от компоновки автоматической линии и организации труда на них применяются, в основном, две автоматизированные системы уборки стружки:

- автономные конвейеры выносят стружку из станков в общий магистральный конвейер, который устанавливается вне линии;
- конвейер встроенный непосредственно в линию.

Выбор системы зависит от конкретных условий работы линии (формы и размеров стружки, применяется или нет СОЖ, требуется ли возврат спутников и т.п.).

**Механические конвейеры** нашли наибольшее применение, они бывают:

- ленточные со стальной или прорезиненной лентой;
- скребковые;
- ершовые;
- вибрационные;
- шнековые.

**Ленточные конвейеры.** Обладают высокой производительностью, транспортируют стружку на большие расстояния, просты по конструкции, бесшумные и экономичные в работе. Недостатки: износ ленты, часть стружки уносится холостой ветвью ленты под раму.

**Скребковые конвейеры.** Применяют для транспортирования мелкой дробленой стружки. Бывают двух видов: лента со скребками и штанга со скребками, имеющие возвратно-поступательное перемещение. Преимущество: дают возможность транспортировать стружку под большим углом наклона и эффективно работают на небольшие расстояния.

**Ершовые конвейеры.** Представляют собой металлический желоб с приваренными внутри его шипами. Совершает возвратно-поступательное движение штанга с ершами. При рабочем ходе штанга проталкивает стружку вперед. При холостом ходе штанга проскальзывает по стружке, которая удерживается шипами желоба. Эффективно работает и используется для витой или сливной стружки.

**Вибрационные транспортёры.** Состоят из желоба на упругих упорах, которые совершают вибрационное движение. Эффективно используются для транспортирования витой и мелкой стружки.

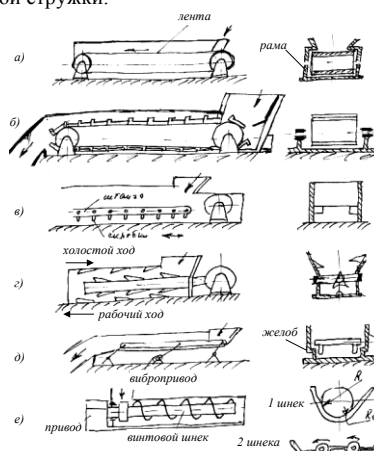


Рис. 4.8. Схемы ТУАЛ для удаления стружки:

а – ленточный конвейер; б, в – скребковый конвейер; г – ершовый конвейер; д – вибрационный транспортёр; е – шнековый конвейер

**Шнековые конвейеры.** Состоят из желоба, в котором располагается винт и привод. Выполняются одношнековыми или двухшнековыми. Работают надёжно и эффективно с любым видом стружки.

**Пневматические устройства** бывают с нагнетательной, всасывающей и всасывающей нагнетательной системами. Применяются в основном в автоматических линиях для удаления пылевидной стружки.

**Гидравлические устройства** применяют на автоматических линиях, где стружка от каждого станка смывается сильной струей СОЖ и поступает в общий сборник, где СОЖ отделяется от стружки и подается обратно.

**Магнитный конвейер** состоит из замкнутой цепи натянутой на звездочки, которые имеют свой привод. На цепи через шаг смонтированы магниты, над которыми расположен короб. При перемещении магнитов, они увлекают за собой от станков стружку.

#### Тема 4.4. Примеры загрузки технологического оборудования (лекция-дискуссия – 2 час.)

##### Схема загрузки агрегатного станка с использованием манипулятора

Для обработки деталей на агрегатных станках в технологическом процессе задается многоинструментальная и многопозиционная обработка.

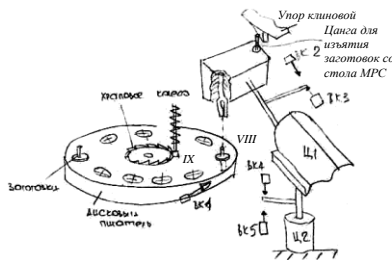


Рис. 4.9. Схема загрузки 9-ти шпиндельного станка для обработки деталей вращения

В исходном положении силовые головки агрегатного станка отведены до конца от обрабатываемой заготовки (рука манипулятора находится в верхнем положении).

В этот момент осуществляется поворот стола на угол, равный углу между позициями. В конце поворота упор, установленный на столе станка (число упоров равно числу позиций), набегаёт (включает) на включатель ВК1 и с этого момента начинается работа манипулятора. В конце хода левая цапга захватывает заготовку из магазина и срабатывает ВК5 от датчика, который подает сигнал на подъем руки манипулятора.

В конце хода срабатывает ВК4, который подает сигнал на работу Ц1, следовательно, рука перемещается в направлении рабочей зоны станка. В конце хода срабатывает ВК2 и подается сигнал на опускание руки манипулятора. В конце хода левая цапга устанавливает заготовку в загрузочную позицию IX, а правая цапга закрепляет заготовку, находящуюся после обработки в восьмой позиции VIII – разгрузочной.

В конце хода срабатывает ВК5 и подается сигнал на подъем руки манипулятора Ц2. В конце хода подъема, срабатывает ВК4 и формирует сигнал на Ц1, который в свою очередь перемещает руку в исходное положение. В конце этого перемещения правая цапга набегаёт на клиновой упор.

Преодолевая усилия пружины, перемещаются подвижные элементы цапгового соединения, в результате чего заготовка перемещается из цапги и попадает в отводящий лоток. Также в конце этого хода "собачка" поворачивает храповое колесо на одну позицию, в результате чего под левую цапгу, за счет поворота магазина подводится очередная заготовка.

Схема загрузки и разгрузки токарного вертикального многошпиндельного полуавтомата

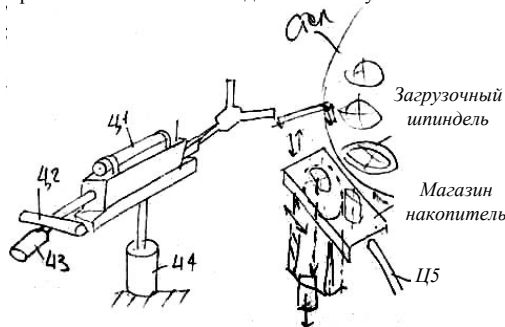


Рис. 4.10. Схема загрузки на примере станка 1А282 Б300

В исходном состоянии рука манипулятора находится в верхнем положении, выдвинута, схват разжат.

Тогда, когда закончится процесс обработки во всех шпинделях станка, и инструменты отойдут от заготовки в исходное положение, осуществится поворот стола станка и в загрузочной позиции окажется обработанная заготовка.

Упор, установленный на поворотной части стола, замкнет электрический контакт, который вырабатывает сигнал для начала работы манипулятора, которая осуществляется так.

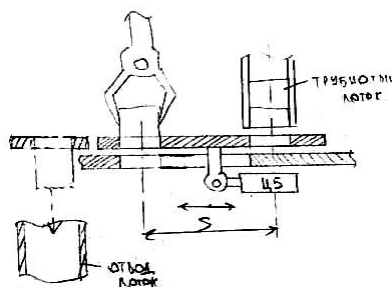


Рис. 4.11. Исходное положение.

Ц1, Ц4, Ц3(З,Р), Ц4, Ц3, Ц4, Ц5(С), Ц4, Ц3, Ц4, Ц1, Ц4, Ц4, Ц1

Происходит выдвижение руки Ц1, затем опускание Ц4, захват заготовки Ц3, подъем руки Ц4, выдвижение в исходное положение, опускание, в результате чего обрабатываемая заготовка будет установлена в подвижную планку (т.е. в свободное место), далее разжатие схвата Ц3 и подъем руки Ц4. При завершении подъема срабатывает контакт, который вырабатывается сигналом для работы цилиндра Ц5, в результате чего подвижная планка переместится на величину шага S. В результате этого перемещения под рукой схвата окажется заготовка, перемещенная подвижной планкой из трубочатого лотка, а обработанная заготовка будет отводиться в отводящий лоток (под действием веса).

Затем будет опускание руки Ц4, захват заготовки, подъем руки, выдвижение на рабочую позицию шпинделя станка, опускание заготовки в зажимное приспособление, зажим ее в шпинделе, разжим схвата, подъем руки и ее выдвижение Ц1, приход в исходное положение.

Время этого цикла должно быть меньше самого продолжительного перехода из операций технологического процесса.

Если заготовка должна быть обработана с двух сторон, то в этом случае включается в работу Ц2 и в этом случае цикл должен быть повторен.

### Загрузка и разгрузка технологического оборудования промышленным роботом

Промышленный робот забирает заготовку из магазина-накопителя заготовок и устанавливает ее для обработки на станок с ЧПУ. Затем рука отводится назад, происходит обработка заготовки с одной стороны. По окончании обработки и отводе режущего инструмента в исходное положение, рука манипулятора перемещается в направлении основного вращения, забирает заготовку, вынимает из захватного устройства, поворачивает на 180° и снова устанавливает заготовку на станок. Разжимая схват, рука промышленного робота перемещается из зоны обработки, производится обработка заготовки с другой стороны.

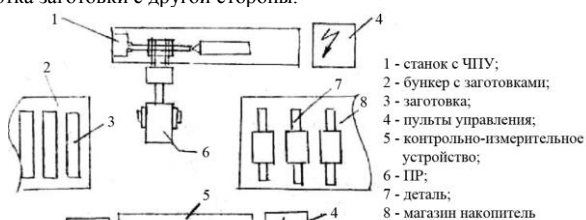


Рис. 4.12. Схема автоматизации загрузки и разгрузки токарного станка с ЧПУ с помощью промышленного робота

После окончания обработки, рука промышленного робота перемещается в зону обработки, забирает заготовку, поворачивается на 180° и устанавливает заготовку в автоматическое измерительное устройство, где осуществляется автоматический контроль размеров. После него обработанная заготовка рукой промышленного робота устанавливается на магазин-накопитель обработанных заготовок.

## Раздел 5. Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении

### Тема 5.1. Общие сведения о контроле (лекция-дискуссия – 0,5 час.)

Контрольные автоматы, основанные на чисто механических принципах, появились давно, они применяются в массовом производстве простых деталей (роликов, шариков).

С появлением электроники контрольные устройства значительно расширили свои функции. Впервые в машиностроении автоматические контрольные устройства были применены для контроля параметра в процессе обработки на кругло-шлифовальных станках.

Назначение контроля состоит в том, чтобы непрерывно или периодически осуществлять корректировку (регулирование хода технологического процесса). Это регулирование может осуществляться вручную и с использованием высокопроизводительных автоматических контрольных устройств.

Рабочая машина-автомат, снабженная автоматическим регулированием, позволяет не только контролировать выполняемые параметры изделия, но и производит своевременную замену режущего инструмента, корректировать параметры режимов резания, скорость подачи СОЖ в зону обработки, контролировать температуру резания, которые осуществляются в процессе динамики.

Автоматические контрольные устройства позволяют решать **задачи**:

Исключение, либо уменьшение влияния времени контроля на длительность обработки.

Обеспечение заданных пределов изменения параметров, выполняемых на операции.

Значительное сокращение брака за счет профилактики роли автоматического контроля.

У любой машины существует характеризующий ее параметр, который называется **периодом регулировки T**, который состоит из следующих четырех составляющих:

- t1 – время перемещения обработанной детали из рабочей зоны до контрольного устройства;
- t2 – время от начала процесса измерения до окончательного образования регулирующего сигнала;
- t3 – время перемещения регулирующего сигнала к исполнительному механизму станка;
- t4 – время, необходимое для исполнения механизмом станка регулирующего сигнала.

$$T = \sum_{i=1}^4 t$$

Для быстротечных технологических процессов необходимо как можно больше сокращать период регулирования, уменьшая его составляющие:

- уменьшить t1 за счет приближения места контроля и обработки и увеличения скорости перемещения заготовки;
- уменьшить t2 за счет автоматизации контроля;
- уменьшить t3 за счет совершенствования способа передачи регулирующего сигнала к исполнительному механизму;
- уменьшить t4 за счет повышения качества и быстротечности исполнительного механизма.

Например, в автоматических копировальных станках все составляющие периода регулирования сведены к минимуму благодаря автоматизации каждой из них.

Особое место среди контрольных устройств занимают контрольно-сортировочные автоматы, которые позволяют из общей массы обрабатываемых заготовок в пределах допуска T выделить обработанные детали с допуском T' = T/n, где T' – зависит от точности контрольно-сортировочного автомата.

Необходимость в контрольно-сортировочных автоматах будет сохраняться до тех пор, пока не появится оборудование с более высокой точностью.

ГПС существенно расширяют круг задач, которые должны выполнять средства автоматического контроля.

**Задачи, решаемые при функционировании ГПС:**

- контроль размеров, формы, шероховатости;
- контроль состояния оборудования;
- контроль работы промышленного робота с точки зрения позиционирования, надёжность схвата усилия закрепления заготовки;
- контроль транспортных средств;
- контроль режущего инструмента;
- контроль состояния АСУ;
- контроль автоматических складов.

**Задачи, решаемые при диагностировании ГПС:**

- наличие режущего инструмента и его своевременная смена;
- контроль параметров цепей питания (электрических, гидравлических, электромагнитных);
- наличие и расход СОЖ;
- контроль норм точности оборудования и соответствие их нормативным;
- контроль динамики оборудования.

**Способы контроля:**

- активный контроль;
- пассивный контроль.

Отличие 1 от 2 заключается в том, что в 1 контроль выполняемого параметра осуществляется в процессе его выдерживания.

Например, скоба активного контроля АК-3М позволяет в процессе шлифования непрерывно измерять обрабатываемый наружный диаметр заготовки, кроме того, она вырабатывает сигнал на переход от черного к чистовому шлифованию, а также сигнал на процесс выхаживания. Время процесса выхаживания регулируется реле времени.

**Виды контроля:**

- контроль размера;
- контроль величины колебания размеров;
- контроль двух параметров;
- контроль колебаний двух параметров (конусность, соосность, биение).

**Тема 5.2. Датчики (лекция-дискуссия – 0,5 час.)**

**Электроконтактные датчики**

В зависимости от конструкции и назначения электроконтактные датчики могут быть предельными (однопредельные и двухпредельные) и амплитудными. Кроме того: рычажными и безрычажными.

Этот датчик (рис. 5.1) сигнализирует о выходе контролируемого размера за верхний предел. Если контролируемый размер больше верхнего предела, то подвижный контакт 1 придет в соприкосновение с подвижным регулирующим контактом 2 и в этом случае загорается лампочка, которая сигнализирует о наличии исправимого брака.

Этот датчик (рис. 5.2) сигнализирует о выходе контролируемого размера за верхний и нижний его предельные значения. Если размер вышел за верхнее предельное значение, то загорается лампа Л1, а если за нижний предел, то Л2, что означает неисправимый брак. Если не горит ни Л1, ни Л2, то размеры находятся в пределах допуска. Обычно лампочки закрываются фильтрами разного цвета.

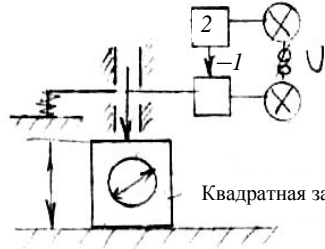


Рис. 5.1. Схема безрычажного однопредельного электроконтактного датчика

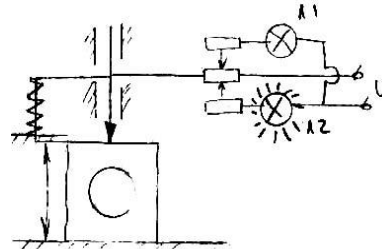


Рис. 5.2. Схема безрычажного двухпредельного электроконтактного датчика

С помощью различных рычагов (рис. 5.3) можно повысить точность. Если заготовка имеет размер больше предельного, т.е. в этом случае измерительный стержень 1 окажется в верхнем положении, поводок 2 также будет в верхнем положении, рычаг 3 повернется по часовой стрелке, замыкается контакт, загорается лампа Л1. Если заготовка имеет размер ниже предельного, то в этом случае измерительный стержень 1 будет находиться в нижнем положении, а рычаг преодолевая усилия пружины, поворачивается против часовой стрелки, замыкается второй контакт, загорается Л2.

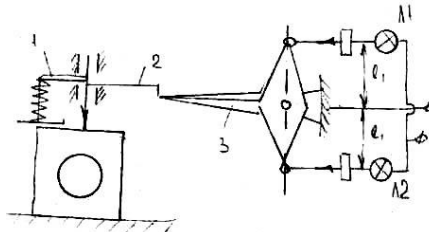


Рис. 5.3. Схема рычажного двухпредельного электроконтактного датчика

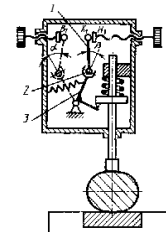


Рис. 5.4. Схема амплитудного датчика:  
1 – первое звено; 2 – шарнир;  
3 – основное звено

**Амплитудные датчики** используются для контроля погрешности формы цилиндрических деталей, т.е. некруглости (эллипсность и др.).

В процессе контроля погрешности формы, заготовка поворачивается на измерительном столике относительно измерительного стержня. При увеличении размера, стержень перемещается вверх вместе с фрикционной пружиной, установленной на поводке измерительного стержня. За счет трения сектор рычага будет поворачиваться по часовой стрелке до тех пор, пока не замкнется контакт Н1 и загорится соответствующая лампа. При уменьшении размеров измерительный стержень будет опускаться вниз, а фрикционная пластина будет поворачивать сектор против часовой стрелки. И в том случае, если подвижным рычагом не замкнется контакт Н1, то погрешность формы будет лежать в заданных пределах. Если Н1 замкнется, то в этом случае погрешность будет больше допустимой.

**Индуктивные датчики**

Индуктивный метод измерения обладает высокой чувствительностью и точностью.

В отличие от электроконтактных датчиков в индуктивных датчиках отсутствуют электромеханические контакты, что существенно повышает надёжность последних.

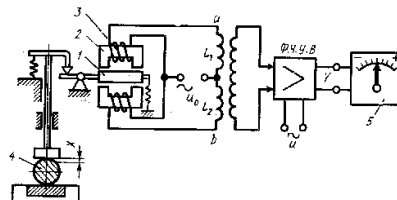


Рис. 5.5. Конструкция индуктивного датчика

Измерительный шток датчика своим наконечником упирается в поверхность контролируемой детали 4 и с помощью пружинно-рычажного устройства устанавливает в соответствующее положение ферромагнитную пластину 1. Последняя размещена между сердечниками 2 индуктивных катушек 3.

Катушки 3, совместно с индуктивностями L1 и L2 образуют индуктивный мост, питаемый источником переменного напряжения  $U_0$  (до 15 В) с частотой в пределах 10 кГц.

Выходное переменное напряжение моста (между точками а и b) передается через трансформаторную связь на фазочувствительный усилитель-выпрямитель, питаемый переменным напряжением (ФЧУВ).

Выходное выпрямленное напряжение Y подается на соответствующий исполнительный орган (показывающий прибор 5).

Как правило, индуктивный датчик используется для измерения величины X отклонения размера от заданного номинального значения. Таким образом, выходная величина Y зависит от величины X и имеет знак – или +, определяемый знаком отклонения X от номинального значения.

### Пневматические датчики

Нашли широкое применение для контроля отверстий в труднодоступных местах, а также для бесконтактного контроля размера заготовок движущихся непрерывно на транспортных автоматических линиях.

Принцип пневматического датчика заключается в изменении давления в измерительной камере, в зависимости от изменения зазора между соплом и измеряемой поверхностью. Уверенно такие приборы работают, когда от измеряемой поверхности не более 1/3 диаметра сопла.

$$Q_p = PdS; d = Const$$

**Сильфон** – тонкостенная, металлическая, цилиндрическая оболочка с поперечной гофрированной боковой поверхностью; расширяется или сжимается вдоль оси (подобно пружине) под действием разности давления внутри и снаружи или от внешнего силового воздействия.

Работа датчика: если размер заготовки будет больше максимального предельного размера заготовки, то тогда расстояние между соплом и контролируемой поверхностью будет меньше, вследствие чего давление в правой камере сильфона P2 будет больше P1. За счет этого центральная муфта перемещается влево, следовательно через рычаг замкнет контакт K2 и загорится Л2, которая сигнализирует о наличии исправного брака (для данной схемы замера).

Если размер заготовки будет меньше минимального предельного размера, то в этом случае зазор между соплом и измеряемой поверхностью будет больше, вследствие чего давление P2 будет меньше P1, поэтому при выравнивании давления в сильфонах центральная муфта переместится вправо, повернув контактный рычаг по часовой стрелке, в результате чего замкнется K1 и загорится Л1, что будет сигнализировать о неисправном браке.

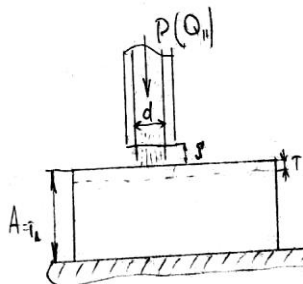


Рис. 5.6. Принцип пневматического датчика

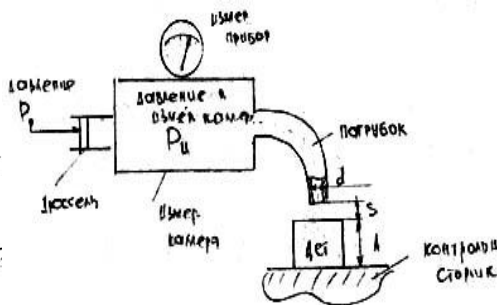


Рис. 5.7. Схема пневматического датчика

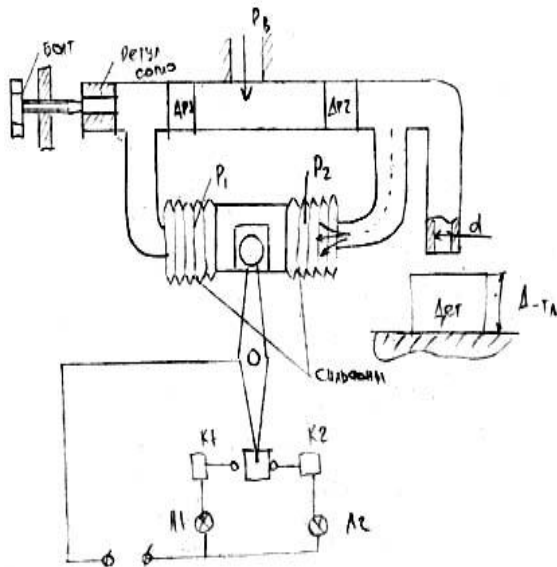


Рис. 5.8. Схема пневматического датчика с сильфонами

### Тема 5.3. Приборы и устройства активного контроля и сортировки (лекция-дискуссия –1 час.)

#### Схема и работа трехконтактной скобы активного контроля АК-3М

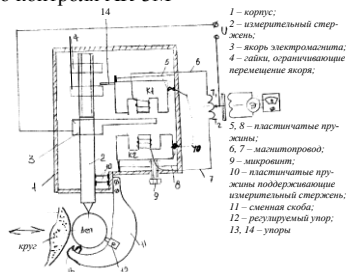


Рис.5.9. Схема скобы АК-3М

Катушки K1 и K2 на магнитопроводах вместе с обмотками T1 и T2 трансформатора образуют электрический измерительный мост. Со второй обмотки трансформатора сигналы поступают на электрический блок Э, который реагирует на величину рассогласования измерительного моста, а также фиксируется показателем гальванометра.

Прибор настраивается по эталонной детали. С помощью микровинта 9, магнитопроводы перемещаются относительно якоря до тех пор, пока стрелка гальванометра не встанет на ноль.

В процессе обработки (до начала шлифования скоба направляется на обрабатываемую поверхность детали, т.к. размер заготовки больше размера детали) измерительный стержень поднимается вверх преодолевая усилие пластинчатой пружины 10. При своём перемещении нижняя гайка 4 через упор 14 поднимает магнитопроводы 6 и 7 преодолевая усилие пружин 5 и 8 и оттягивает их от микровинта 9.

В процессе шлифования размер заготовки уменьшается, вследствие чего измерительный стержень опускается вниз и наступает такой момент, когда магнитопроводы войдут в контакт с микровинтом 9. С этого момента начинается процесс измерения, т.е. при неподвижных

магнитопроводах за счёт уменьшения размера обрабатываемой поверхности а, следовательно, и опускания стержня якорь 3 будет занимать различное положение относительно магнитопровода.

По окончании черновой обработки разность в индуктивностях катушек К1 и К2 достигает такой величины, когда измерительный мост вырабатывает сигнал, который усиливается в Э и подается на электромеханическое реле. В результате этого устанавливается режим чистовой обработки.

По окончании чистовой обработки якорь занимает такое положение относительно магнитопроводов, когда измерительный мост становится уравновешенным, стрелка гальванометра устанавливается на ноль. Это означает, что достигнут необходимый размер, который соответствует эталонной детали. Подается сигнал на остановку станка.

Схема контактного рычажного прибора для активного контроля диаметра отверстия

В корпусе 3 прибора на пластинчатых кривообразных пружинах установлен двухплечный контактный рычаг 1. Одно плечо вводится вовнутрь обрабатываемого отверстия и контактирует с поверхностью обработки в процессе шлифования. Второе плечо этого рычага контактирует с одним из плеч рычага 5, установленного на шарнире 7 в корпусе.

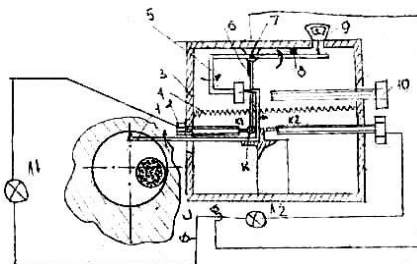
Под действием пружины 8 рычаг 5 стремится повернуться против часовой стрелки. Это же плечо находится в контакте с пластиной 6, которая несет контакты К.

Второе плечо рычага оказывает воздействие на наконечник манометра 9. С помощью этого в процессе шлифования визуально можно контролировать изменение отверстия.

Для формирования сигналов при переходе на другие режимы шлифования в корпусе установлены два регулируемых неподвижных контакта К1 и К2.

Контактная пластина 6 под воздействием пружины 4 стремится повернуться по часовой стрелке, а рычаг 1 под действием пружины 4 стремится повернуться относительно узла крепления по часовой стрелке.

В нерабочем состоянии контактный рычаг 1 под действием пружины 4 опирается на торец винта 10.



**Рис.5.10. Схема контактного рычажного прибора**

1 – двухплечный рычаг; 2 – упор; 3 – корпус; 4, 8 – пружины; 5 – рычаг; 6 – крестообразная пружина; 7 – шарнир; 9 – манометр с наконечником; 10 – винт

При установке 1 в обрабатываемое отверстие он будет повернут против часовой стрелки, при этом за счет упора 2 рычаг 5 относительно шарнира повернется по часовой стрелке таким образом, что нарушится контакт между упором контактной пластины 6 и плечом рычага 5. Поэтому под воздействием пружины 4 контактная пластина замкнет контакт К1 и загорится Л1. По окончании обработки рычаги займут такое положение, что пластина 6 замкнет К1 и загорится Л1.

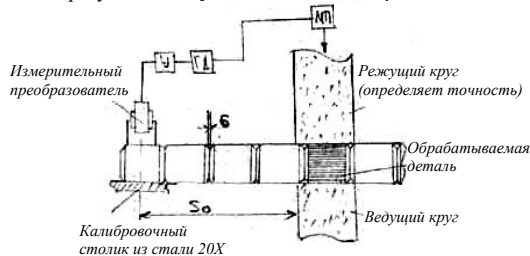
В процессе шлифования, проверив величины диаметра отверстия, рычаг 1 будет вращаться по, а рычаг 5 против часовой стрелки. В определенный момент рычаг 5 войдет в контакт с упором пластины 6 и разомкнет контакт К1, который вырабатывает сигнал на переход от чернового шлифования к чистовому.

По окончании обработки рычаги займут такое положение, что пластина 6 замкнет К2 и загорится Л2, следовательно, вырабатывается сигнал для перехода от чистового шлифования к процессу выхаживания, длительность которого определяется настроенным реле времени.

По окончании процесса выхаживания подается команда на автоматический вывод шлифовального круга из отверстия.

Схема поднадлочного процесса при бесцентровом шлифовании

G – зазор между заготовками. В основном образуется между деталями после обработки.



**Рис.5.11. Схема процесса**

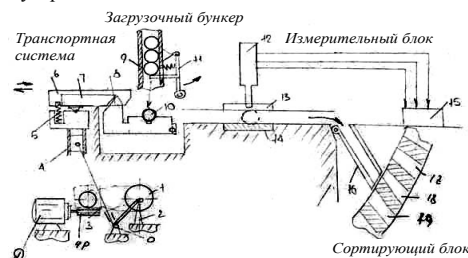
Измерительный преобразователь вырабатывает сигнал для корректировки режущего инструмента в том случае, если размер выходит за верхнее допустимое предельное значение с определенным запасом риска (0,27%). Вырабатывается сигнал, который усиливается в электронном усилителе У, который приводит во вращение гидродвигатель ГД, вследствие чего механизм поправки МП корректирует положение шлифовального круга.

Измерительный преобразователь не реагирует на разрыв между заготовками.

Кинематическая схема контрольно-сортировочного автомата

Контрольно-сортировочные автоматы в машиностроении используют как для отбора из общего потока обрабатываемых деталей, бракованных, так и для группирования деталей для селекционной сборки по методу полной взаимозаменяемости (100%-ная сборка).

Заготовки типа роликов-игл (рис.5.12) под действием веса поступают из лотка 9 на призму 8 таким образом, чтобы образующая заготовки была под поверхностью станины корпуса устройства.



**Рис.5.12. Схема контрольно-сортировочного автомата**

Заготовки подаются поштучно с помощью отсекавателя 11 приводимого в движение против часовой стрелки толкателем 6. Она шарнирно установлена на каретке 4, которая перемещается возвратно-поступательно с помощью кулачкового механизма по направляющим

станции контрольно-измерительного устройства.

Возвратно-поступательное перемещение каретки 4 передается от электродвигателя через червячный редуктор ЧР клиноременной передачей на ведущий вал 1, на оси которого установлен кривошип 2, находящийся в соединении с кулисой 3.

При перемещении каретки 4 слева направо упор 7, находящийся на боковой поверхности толкателя 6, за счет скоса перемещает установочную призму вниз относительно шарнира. Вследствие чего заготовка оказывается на поверхности станины устройства. При дальнейшем перемещении толкателя они катят заготовку под действием усилия пружины 5 по поверхности станины.

В определенный момент толкатель 6 набегает на ролик отсекающего и поворачивает его против часовой стрелки, таким образом, что следующая заготовка оказывается на верхней поверхности толкателя. При дальнейшем движении толкателя слева направо они прокатывают заготовку под измерительным наконечником 13 датчика 12.

Во время этого движения заготовка поворачивается на половину оборота. Под измерительным наконечником на станине установлена калибровочная плита 14. Измерение деталей осуществляется в трех сечениях тремя датчиками, которые вырабатывают и подают сигналы на три электромагнита 15, установленных на станине.

Штоки электромагнитов соединены шарнирными механизмами с распределяющим желобом 16, который в зависимости от размера детали будет иметь разный угол наклона, следовательно, будет совмещаться с одним из отводящих лотков 17...19.

В процессе прокатывания под измерительными наконечниками толкатели проходят в промежутках между ними.

При возвращении каретки в обратном направлении справа налево, отделенная ранее от общего потока заготовка попадает на призму 8. На оси ведущего вала 1 установлено два кулачка, которые включают процесс (период и процесс измерения) перемещения заготовки по столу.

Процесс измерения длится 0,04...0,05 сек. Период измерения начинается от попадания заготовки под измерительные наконечники датчиков и заканчивается выходом заготовки из под них, а период исполнения соответствует началу перемещения толкателей и возвращение толкателей в исходное положение.

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объём (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Изучение конструкции промышленного манипулятора МП-9С	25	-
2	3.	Изучение конструкции промышленного манипулятора МП-11	26	-
<b>ИТОГО</b>			<b>51</b>	<b>-</b>

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объём (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	4.	Разработка программы управления манипулятором МП-9С с помощью МПЦУ по заданной траектории	8	-
2	5.	Разработка программы управления манипулятором МП-11 с помощью МПЦУ по заданной траектории	9	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>-</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: Курсовая работа

Целью курсовой работы является изучение студентами методов и принципов построения средств и систем машин механизации и автоматизации производственных процессов в условиях массового, крупносерийного, серийного и мелкосерийного производств, построения структурных схем автоматизации и циклограмм автоматического цикла.

Объём курсовой работы включает расчётно-пояснительную записку на 30 страниц машинописного текста. При оформлении работы следует придерживаться следующей структуры: построение схем автоматизации, очередности действия механизмов в цикле, циклограмм, структурной схемы автоматизации, расчёт времени автоматического цикла, анализ распределения времени по элементам цикла, а также расчёт усилий на штоках исполнительных механизмов с использованием манипулятора, работающего на принципах конечных выключателей – электрических датчиков, подающих сигнал на пневмо- либо гидрозолотник, управляющий работой пневмо- либо гидроцилиндра.



Содержание пояснительной записки работы должно содержать следующие пункты:

- исходные данные к расчётам;
- построение схемы автоматизации;
- построение структурной схемы автоматизации;
- построение циклограммы в масштабе действительного времени автоматического цикла;
- определение времени  $t_{цз}$  цикла по заданным скоростям;
- определение площадей поршня со стороны бесштоковой (F1) и штоковой (F2) полостей цилиндра;
- определение расхода рабочей среды в цилиндрах;
- определение диаметров патрубков трубопроводов, подводящих рабочую среду в полости цилиндра;
- определение действительных площадей сечений патрубков;
- определение действительных расходов рабочей среды в цилиндрах;
- определение действительных скоростей перемещения штоков исполнительных механизмов;
- определение действительного времени автоматического цикла;
- расчёт усилий на штоках силовых цилиндров;
- построение циклограммы в масштабе действительного времени автоматического цикла.

Выдача задания, прием курсовых работ (КР) проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

#### Критерии оценки

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
отлично	Курсовая работа оформлена в соответствии с требованиями, содержание полностью соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания исчерпывающе раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор свободно ориентируется в предоставляемом материале.
хорошо	Курсовая работа оформлена с незначительными отклонениями от предъявленных требований, содержание соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания полностью раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор ориентируется в предоставляемом материале.
удовлетворительно	Курсовая работа оформлена с отклонениями от предъявленных требований, содержание частично соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания частично раскрыта и даны неполные выводы и рекомендации. Автор слабо ориентируется в предоставляемом материале.
не удовлетворительно	Курсовая работа оформлена со значительными отклонениями от предъявленных требований, содержание не соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания не раскрыта. Автор не владеет предоставляемым материалом.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i>  <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>					
		<i>17</i>	<i>18</i>				
<b>1.</b> Общие принципы АПП	10	+	+	2	5	Лк, СР	Экзамен, КР
<b>2.</b> Автоматизация операций технологического процесса механической обработки	42	+	+	2	21	Лк, ЛР, СР	Экзамен, КР
<b>3.</b> Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении	46	+	+	2	23	Лк, ЛР, СР	Экзамен, КР
<b>4.</b> Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств	29	+	+	2	14,5	Лк, ПЗ, СР	Экзамен, КР
<b>5.</b> Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении	26	+	+	2	13	Лк, ПЗ, СР	Экзамен, КР
<b><i>всего часов</i></b>	<b>153</b>	<b>76,5</b>	<b>76,5</b>	<b>2</b>	<b>76,5</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>

2. Выпускная работа бакалавра: [учебное пособие для студентов вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"] / В.А. Рогов [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. - 215 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Кол-во экз. в библ., шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469049">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469049</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
2.	Сергеев, А.И. Компьютерное управление производственным оборудованием: учебное пособие / А.И. Сергеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270255">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270255</a>	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Попов, В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.	ЛР, ПЗ, КР, СР	29	1
4.	Шишмарев, В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2007. - 358 с.	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	35	1
5.	Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 612 с.	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	13	1
6.	Житников, Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Ю.З. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 656 с.	Лк, ЛР, ПЗ, КР, СР	13	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ [http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Номер раздела Основные положения раздела, рекомендуемые для СР	Рекомендуемая литература	Форма отчета	Всего часов
1.	<b>1. Общие принципы АПП</b> 1.1. История развития автоматизации 1.2. Общие положения 1.3. Тенденции развития АПП в машиностроении 1.4. Основные направления развития АПП в серийном производстве 1.5. Условия, вызывающие необходимость автоматизации	[1], [2], [3], [4], [5], [6]	Экзамен, КР	8
2.	<b>2. Автоматизация операций технологического процесса механической обработки</b> 2.1. Общие положения 2.2. Исполнительные механизмы 2.3. Классификация исполнительных механизмов 2.4. Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы 2.5. Электрические исполнительные механизмы 2.6. Система управления с командоаппаратом	[1], [2], [3], [4], [5], [6]	Экзамен, КР, ЛР №1	15
3.	<b>3. Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении</b> 3.1. Классификация ЗРУ 3.2. Самотечные магазины 3.3. Полусамотечные магазины 3.4. Примеры расчётов 3.5. Магазины с принудительным перемещением 3.6. Бункерные магазины 3.7. Бункерные загрузочные устройства 3.8. Вибрационные лотки 3.9. Вибробункеры	[1], [2], [3], [4], [5], [6]	Экзамен, КР, ЛР №2	15
4.	<b>4. Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств</b> 4.1. Отсекатели (отделители) 4.2. Механизмы ориентации 4.3. Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ) 4.4. Примеры загрузки технологического оборудования	[1], [2], [3], [4], [5], [6]	Экзамен, КР, ПЗ №1	15
5.	<b>5. Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении</b> 5.1. Общие сведения о контроле 5.2. Датчики 5.3. Приборы и устройства активного контроля и сортировки	[1], [2], [3], [4], [5], [6]	Экзамен, КР, ПЗ №2	15
<b>ИТОГО</b>				<b>68</b>

## 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ

В полном объёме, с вариантами заданий, с примером их выполнения методические указания доступны в учебном пособии: Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.

### Лабораторная работа № 1

#### Изучение конструкции промышленного манипулятора МП-9С

##### Цель работы:

Изучение робота МП-9С.01 с целью обеспечения его правильной эксплуатации, содержания в рабочем состоянии и полного использования его технических возможностей.

##### Содержание работы

Изучение устройства и работы самого изделия, а также его составных частей: механизма подъёма, механизма поворота, муфты с упорами, руки, амортизатора поворота, схвата, узла подготовки воздуха, устройства управления. Изучение подготовки манипулятора к работе, порядка работы, оказания мер безопасности, изучение возможных неисправностей и способов их устранения.

##### Порядок выполнения работы

1. К обслуживанию робота и роботизированных комплексов допускается персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, ознакомленный с настоящим техническим описанием.

2. Перед началом работы проверьте контрольные суммы программы и при расхождении с ранее записанными сверьте программу по мере необходимости. При вышеуказанной операции в РУЧНОМ режиме верните УУ к начальному адресу программы.

3. В исходном положении манипулятора и технологического оборудования установите переключатель режимов в положение АВТОМАТИЧЕСКИ, нажав одновременно клавиши Р и 0. При этом робот должен работать в автоматическом режиме, многократно выполняя запрограммированные действия.

4. Для остановки робота, работающего в автоматическом режиме, одновременно нажмите клавиши Р и 1, при этом отработав текущую команду программы робот останавливается и переходит в режим РУЧНОЙ.

5. Экстренный останов работы робота производится кнопкой АВАРИЙНЫЙ СТОП, располагаемой в месте удобном для потребителя.

6. Выключение робота должно производиться при снятом давлении в пневмосети.

Форма отчётности: отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

##### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками).

3. ГОСТ 23004-78. Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения.

4. ГОСТ 23887-79. Государственный стандарт Союза ССР. Сборка. Термины и определения.

##### Основная литература

1. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>

2. Сергеев, А.И. Компьютерное управление производственным оборудованием: учебное пособие / А.И. Сергеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255>

##### Дополнительная литература

3. Попов В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.

4. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2007. - 358 с.

5. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 612 с.

6. Житников Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Ю.З. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 656 с.

##### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие основные механизмы содержит конструкция манипулятора?

2. Как работает механизм подъема руки?

3. Как работает механизм поворота руки?

4. Как работает выдвижение руки?

5. Как работает демпфер руки?

6. Как работает амортизатор механизма поворота?

7. Как осуществляется регулировка скорости перемещения механизмов степеней подвижности?

8. Что включает в себя устройство подготовки воздуха?

### Лабораторная работа № 2

#### Изучение конструкции промышленного манипулятора МП-11

##### Цель работы:

Изучение конструкции промышленного робота МП-11, включающее изучение назначения МП-11, его компоновку, устройство и работу составных частей изделия, принципиальной пневматической схемы, а также изучение методик регулирования величины хода исполнительных механизмов.

##### Содержание работы

Изучение конструкции и работы робота МП-11 и его технических характеристик: компоновка манипулятора, механизм подъема, механизм поворота, модуль поступательный (рука), демпфер руки, модуль поступательный (сдвиг схвата), модуль вращательный (ротации схвата), амортизатор механизма поворота, демпфер, схват, указания мер безопасности, подготовка промышленного робота к работе, характерные поломки и методы их устранения.

#### Порядок выполнения работы

1. Подсоедините манипулятор кабелями к устройству управления.
2. Подсоедините манипулятор к системе пневмопитания.
3. Залейте индустриальное масло И-20А ГОСТ 20799-75 в амортизатор поворота, демпферы рук и подъема.
4. Прошприцуйте масленки на модуле сдвига схвата и модулях поступательных (руках 1 и 11).
5. Смазать стержни и штоки на руках 1 и 11, шток и направляющую механизма подъема смазкой ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433-80.
6. Установить упоры на манипуляторе, обеспечив его сопряжение с технологическим оборудованием.
7. В ручном режиме по командам с устройства управления проверить точность сопряжения манипулятора с технологическим оборудованием, правильность настройки амортизаторов, датчиков, системы подготовки воздуха. Отрегулировать скорость срабатывания степеней подвижности дросселями узла распределения воздуха.
8. Перед подачей питания на манипулятор произвести снятие давления в питающей пневмосети, включить устройство управления, затем плавно повысить давление в пневмосети до номинального (для избежания резких ударов при первом включении при полной подаче воздуха).
9. Оформить отчет и сделать выводы.

Форма отчётности: отчет по лабораторной работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения о решаемой задаче, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Лабораторная работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками).
3. ГОСТ 23004-78. Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения.
4. ГОСТ 23887-79. Государственный стандарт Союза ССР. Сборка. Термины и определения.

#### Основная литература

1. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>

2. Сергеев, А.И. Компьютерное управление производственным оборудованием: учебное пособие / А.И. Сергеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255>

#### Дополнительная литература

3. Попов В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.
4. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2007. - 358 с.
5. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 612 с.
6. Житников Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Ю.З. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 656 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие основные механизмы и модули содержит конструкция манипулятора.
2. Как работает механизм подъема рук, как производится настройка и регулировка механизма?
3. Как работает механизм поворота рук, как производится настройка и регулировка механизма?
4. Как работает модуль поступательный, как производится настройка и регулировка модуля?
5. Как работает модуль сдвига руки, как производится настройка и регулировка модуля?
6. Как работает модуль ротации руки, как производится настройка и регулировка модуля?
7. Как работает демпфер руки?
8. Как работает амортизатор механизма поворота?
9. Как осуществляется регулировка скорости перемещения механизмов степеней подвижности?
10. Как работает схват, как осуществляется его перекомпоновка для закрепления по наружной и внутренней поверхности?

## **Практическое занятие № 1 Разработка, программы управления манипулятором МП-9С с помощью МПЦУ по заданной траектории**

#### Цель работы

Изучить устройство и принцип действия микропроцессорного программируемого устройства циклового управления типа МПЦУ, освоить режим работы устройства, программное обеспечение и методику программирования задач управления роботом, приобрести практические навыки работы о устройством.

#### Содержание работы

1. Ознакомиться с кратким описанием устройства: основные технические данные устройства, устройство и принцип работы МПЦУ, структурная схема МПЦУ, система команд МПЦУ, описание команд МПЦУ, команды ввода-вывода, команды опроса датчиков состояния ТОМ манипуляторов, команда «Выдержка времени», команды управления программой, команда обращения к подпрограмме «ПП», команды «Функциональная клавиатура».

2. Ознакомиться с пультом управления: режим работы МПЦУ, режим «Ручной», режим «Функциональная клавиатура», режим «Ввод программы», режим «Просмотр программы», режим «Пошаговый», режим «Автоматический», редактирование программы.

#### Последовательность выполнения работы

1. Изучить конструктивное исполнение, функциональную схему и принцип действия МПЦУ, расположение органов управления и отображения информации на передней панели устройства.
2. Изучить систему команд МПЦУ, включая функциональный состав, структуру командного слова и коды команд «ввода-вывода» и «управления программой», особенности адресации различных команд.
3. Изучить назначение служебных регистров МПЦУ.
4. Изучить назначение и работу устройства в режимах «Ручной», «Функциональная клавиатура», «Ввод программы», «Просмотр программы», «Пошаговый», «Автоматический».
5. Изучить порядок редактирования программы.
6. После отчета перед преподавателем в знании по данным вопросам освоить все режимы работы устройства для чего:
  - включить режим «Функциональная клавиатура» и пользуясь табл. 5, отработать различные движения манипулятора;

- пользуясь табл. 4, составить программу для отработки различных движений манипулятора, после предъявления программ преподавателю включить режим «Ручной» и отработать составленные программы;
- по заданию преподавателя составить программу управления роботом, включающую различные движения манипулятора с контролем отработки этих движений и отработать программу в различных режимах работы МПЦУ, начиная с «Ручного».

7. Оформить отчёт и сделать выводы.

**Форма отчётности:** отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, краткие теоретические сведения, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

**Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе**

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

**Рекомендуемые источники**

1. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками).
3. ГОСТ 23004-78. Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения.
4. ГОСТ 23887-79. Государственный стандарт Союза ССР. Сборка. Термины и определения.

Основная литература

1. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>

2. Сергеев, А.И. Компьютерное управление производственным оборудованием: учебное пособие / А.И. Сергеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255>

Дополнительная литература

3. Попов В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.
4. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2007. - 358 с.
5. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 612 с.
6. Житников Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Ю.З. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 656 с.

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Выполнение каких функций обеспечивает устройство МПЦУ?
2. Из каких конструктивных узлов состоит устройство?
3. Какие органы управления и отображения информации расположены на средней панели устройства? Что представляет собой эта передняя панель?
4. Назовите функциональный состав и назначение модулей МПЦУ.
5. Назовите классификацию команд МПЦУ по функциональному признаку. Каков формат командного слова МПЦУ? Назначение отдельных полей командного слова?
6. Каков объем памяти ЭНЗУ? Сколько модулей ЭНЗУ может входить в состав МПЦУ? Что представляет собой одна зона МПЦУ?
7. Какие служебные регистры организованы в ОЗУ?
8. Назовите обозначение и коды команд «ввода-вывода», «управления программой».
9. Объясните назначение и действие команд «ввода-вывода», «управления программой», «функциональная клавиатура».
10. Назовите назначение и работу устройства в режимах «Ручной», «Функциональная клавиатура», «Ввод программы», «Просмотр программы», «Пошаговый», «Автоматический».
11. Как выполнить редактирование программы?

## Практическое занятие № 2

### Разработка программы управления манипулятором МП-11 с помощью МПЦУ по заданной траектории

**Цель работы**

Изучить принцип действия устройства циклового программного управления МПЦУ, освоить режим работы устройства, программное обеспечение и методику программирования задач управления роботом, приобрести практические навыки работы с устройством.

**Содержание работы**

1. Изучить принцип действия устройства циклового программного управления МПЦУ и его составных частей.
2. Освоить режим работы устройства, программное обеспечение и методику программирования задач управления роботом.
3. Приобрести практические навыки работы с устройством управления манипулятором.

**Последовательность выполнения работы**

1. В исходном положении манипулятора и технологического оборудования установите переключатель режимов в положение «Автомат», нажав на кнопку 14.
2. Установите нулевое значение счётчика кадров, нажав на кнопку 19 «Сброс».
3. Нажмите на кнопку 20 «Пуск», при этом изделие должно работать в автоматическом режиме, многократно выполняя запрограммированные действия.
4. Для остановки изделия, работающего в автоматическом режиме, переключатель режимов установите в положение «Цикл», нажав на кнопку 15, при этом, отработав последний кадр программы, изделие останавливается.
5. Экстренный останов работы производится кнопкой 21 «Стоп». При нажатии кнопки 20 «Пуск» робот продолжает работу по программе.
6. Полное выключение манипулятора производится кнопкой 1 «Аварийный стоп».
7. При работе робота совместно с технологическим оборудованием должен соблюдаться следующий порядок включения и выключения: манипулятор должен включаться первым, а выключаться последним по отношению к технологическому оборудованию.
8. Включение должно производиться при пониженном (0,2...0,3 МПа), а выключение – при снятом давлении в пневмосети.
9. В процессе лабораторной работы студент должен:
10. Изучить конструктивное исполнение, функциональную схему и принцип действия МПЦУ, расположение органов управления и отображения информации на передней панели устройства.
11. Изучить систему команд МПЦУ, включая функциональный состав, структуру командного слова и коды команд «ввода-вывода» и «управления программой».
12. Изучить порядок редактирования программы.

13. После отчета перед преподавателем в знании по данным вопросам освоить все режимы работы устройства.

14. Оформить отчёт и сделать выводы.

Форма отчётности: отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, описание работы в соответствии с порядком ее выполнения, выводы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

Практическая работа выполняется в соответствии с информацией, полученной на лекционном курсе, а также собранной студентом самостоятельно из предложенных источников. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками).

3. ГОСТ 23004-78. Механизация и автоматизация технологических процессов в машиностроении и приборостроении. Основные термины, определения и обозначения.

4. ГОСТ 23887-79. Государственный стандарт Союза ССР. Сборка. Термины и определения.

Основная литература

1. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 635 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>

2. Сергеев, А.И. Компьютерное управление производственным оборудованием: учебное пособие / А.И. Сергеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255>

Дополнительная литература

3. Попов В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебное пособие / В.Ю.Попов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 122 с.

4. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2007. - 358 с.

5. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 612 с.

6. Житников Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Ю.З. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 656 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Выполнение каких функций обеспечивает устройство МПЦУ?  
2. Из каких конструктивных узлов состоит устройство?  
3. Какие органы управления и отображения информации расположены на средней панели устройства? Что представляет собой передняя панель?

4. Объясните назначение и действие команд.

5. Как выполнить редактирование программы?

## 9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

### 1. Последовательность выполнения курсовой работы:

- построение схем автоматизации;
- построение очередности действия механизмов в цикле;
- построение циклограмм;
- построение структурной схемы автоматизации;
- расчёт времени автоматического цикла;
- анализ распределения времени по элементам цикла;
- расчёт усилий на штоках исполнительных механизмов;
- оформить пояснительную записку.

### 2. Структура пояснительной записки

Титульный лист

Содержание

Введение

Технологическая часть

- исходные данные к расчётам;
- построение схемы автоматизации;
- построение структурной схемы автоматизации;
- построение циклограммы в масштабе действительного времени автоматического цикла;
- определение времени  $t_{цз}$  цикла по заданным скоростям;
- определение площадей поршня со стороны бесштоковой (F1) и штоковой (F2) полостей цилиндра;
- определение расхода рабочей среды в цилиндрах;
- определение диаметров патрубков трубопроводов;
- определение действительных площадей сечений патрубков;
- определение действительных расходов рабочей среды в цилиндрах;
- определение действительных скоростей перемещения штоков ИМ;
- определение действительного времени автоматического цикла;



- расчёт усилий на штоках силовых цилиндров;
- построение циклограммы в масштабе действительного времени автоматического цикла.

Выводы

Список используемой литературы

### 3. Требования к оформлению курсовой работы:

- курсовую работу оформляют на листах формата А4 (210x297мм), текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала;
- параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, начертание – обычный, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный);
- параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки – 1,5 мм., межстрочный интервал – полуторный;
- поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм, правое и левое поля – 15 мм
- поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм.

Пояснительная записка должна содержать не более 30 страниц.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. Adobe Reader.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР, ПЗ</i>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Лаборатория Технологии машиностроения	Учебная мебель; Промышленный манипулятор МП-9С.01. Микропроцессорное программируемое цикловое устройство МПЦУ. Промышленный манипулятор МП-11.	ЛР № 1...2
ПЗ	Лаборатория Технологии машиностроения	Учебная мебель; Промышленный манипулятор МП-9С.01. Микропроцессорное программируемое цикловое устройство МПЦУ. Промышленный манипулятор МП-11.	ПЗ № 1...2
КР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-17	<p>способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции</p>	<p><b>1.</b> Общие принципы АПП. <b>2.</b> Автоматизация операций технологического процесса механической обработки.</p>	<p><b>1.1.</b> История развития автоматизации <b>1.2.</b> Общие положения <b>1.3.</b> Тенденции развития АПП в машиностроении <b>1.4.</b> Основные направления развития АПП в серийном производстве <b>1.5.</b> Условия, вызывающие необходимость автоматизации <b>2.1.</b> Общие положения <b>2.2.</b> Исполнительные механизмы <b>2.3.</b> Классификация исполнительных механизмов <b>2.4.</b> Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы <b>2.5.</b> Электрические исполнительные механизмы <b>2.6.</b> Система управления с командоаппаратом <b>3.1.</b> Классификация ЗРУ <b>3.2.</b> Самотечные магазины <b>3.3.</b> Полусамотечные магазины <b>3.4.</b> Примеры расчётов <b>3.5.</b> Магазины с принудительным перемещением <b>3.6.</b> Бункерные магазины <b>3.7.</b> Бункерные загрузочные устройства <b>3.8.</b> Вибрационные лотки <b>3.9.</b> Вибробункеры <b>4.1.</b> Отсекатели (отделители) <b>4.2.</b> Механизмы ориентации <b>4.3.</b> Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ) <b>4.4.</b> Примеры загрузки технологического оборудования <b>5.1.</b> Общие сведения о контроле <b>5.2.</b> Датчики <b>5.3.</b> Приборы и устройства активного контроля и сортировки</p>	
ПК-18	<p>способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению</p>	<p><b>3.</b> Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении. <b>4.</b> Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств. <b>5.</b> Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении.</p>		<p>Экзаменационные вопросы</p>

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1.	ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. История развития автоматизации</li> <li>2. Общие положения</li> <li>3. Тенденции развития АПП в машиностроении</li> <li>4. Основные направления развития АПП в серийном производстве</li> <li>5. Условия, вызывающие необходимость автоматизации</li> <li>6. Общие положения</li> <li>7. Исполнительные механизмы</li> <li>8. Классификация исполнительных механизмов</li> <li>9. Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы</li> <li>10. Электрические исполнительные механизмы</li> <li>11. Система управления с командоаппаратом</li> <li>12. Классификация ЗРУ</li> <li>13. Самоходные магазины</li> <li>14. Полусамодетные магазины</li> <li>15. Примеры расчётов</li> <li>16. Магазины с принудительным перемещением</li> <li>17. Бункерные магазины</li> <li>18. Бункерные загрузочные устройства</li> <li>19. Вибрационные лотки</li> <li>20. Вибробункеры</li> <li>21. Отсекатели (отделители)</li> <li>22. Механизмы ориентации</li> <li>23. Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ)</li> <li>24. Примеры загрузки технологического оборудования</li> <li>25. Общие сведения о контроле</li> <li>26. Датчики</li> <li>27. Приборы и устройства активного контроля и сортировки</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие принципы АПП.</li> <li>2. Автоматизация операций технологического процесса механической обработки.</li> <li>3. Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении.</li> <li>4. Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств.</li> <li>5. Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении.</li> </ol>
2	ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> <i>ПК-17</i> - методы организации машиностроительных производств и рабочих мест; <i>ПК-18</i> - программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления;</p> <p><b>Уметь:</b> <i>ПК-17</i> - организовывать на машиностроительных производствах рабочие места, их техническое оснащение, размещать оборудование, средства автоматизации, управления, контроля и испытаний;</p> <p><i>ПК-18</i> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения;</p> <p><b>Владеть:</b> <i>ПК-17</i> - навыками эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции. <i>ПК-18</i> - навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.</p>	<b>отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;</li> <li>- ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно;</li> <li>- опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- свободно владеет основными понятиями дисциплины.</li> </ul>
	<b>хорошо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на полученные знания;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>- владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>
	<b>удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без достаточного обоснования;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- частично владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>
	<b>не удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» направлена на участие в работах по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации машиностроительных производств, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке инновационного потенциала проекта, включая сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления.

Процесс прохождения дисциплины включает развитие способностей участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

Изучение дисциплины «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- курсовую работу;
- самостоятельную работу;
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Общие принципы АПП» студенты должны узнать историю развития автоматизации, тенденции развития АПП в машиностроении, основные направления развития АПП в серийном производстве, условия, вызывающие необходимость автоматизации.

В ходе освоения раздела 2 «Автоматизация операций технологического процесса механической обработки» студенты должны раскрыть принципы работы исполнительных механизмов, дать классификацию исполнительных механизмов, ознакомиться с пневматическими и гидравлическими исполнительными механизмами, электрическими исполнительными механизмами, системой управления с командоаппаратом.

В ходе освоения раздела 3 «Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении» студенты должны ознакомиться с классификацией ЗРУ, узнать, что такое самотечные магазины, полусамотечные магазины, магазины с принудительным перемещением, бункерные магазины, бункерные загрузочные устройства, вибрационные лотки, вибробункеры, ознакомиться с некоторыми расчётами.

В ходе освоения раздела 4 «Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств» студенты должны ознакомиться с отсекателями (отделителями), механизмами ориентации, транспортными устройствами автоматических линий, увидеть примеры загрузки технологического оборудования.

В ходе освоения раздела 5 «Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении» студенты должны уяснить общие сведения о контроле, датчиках контроля, приборах и устройствах активного контроля и сортировки.

Необходимо овладеть методами организации машиностроительных производств и рабочих мест, а также программами и методиками контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления. Получить навыки организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, а также научиться осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения. Овладение навыками выбора и эффективного использования материалов, навыками эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, а также навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется обратить внимание на особенности разработки и конструирования современных промышленных роботов и манипуляторов.

Овладение ключевыми понятиями является необходимым для корректного оперирования общепринятыми терминами при подготовке выпускной квалификационной работы.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить вопросам автоматизации операций технологического процесса механической обработки для выполнения конкретных производственных задач.

При оформлении курсовой работы следует придерживаться рекомендованной последовательности выполнения и структуры индивидуального задания для закрепления знаний в решении конкретных задач по выбору манипулятора, его расчёту и проектированию.

В процессе проведения лабораторных работ, практических занятий, происходит закрепление знаний по изучению конструкций промышленного робота и манипулятора.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с предложенной основной и дополнительной литературой для последующего рассмотрения вопросов, связанных с автоматизацией производственных процессов в машиностроении.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной, активной, инновационной формах в тренингах с малой группой в сочетании с внеаудиторной работой.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Автоматизация производственных процессов в машиностроении**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является – участие в работах по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации машиностроительных производств, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке инновационного потенциала проекта, включая сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способностей участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

**2. Структура дисциплины**

2.1. Распределение трудоёмкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 17 часов; лабораторные работы – 51 час; практические занятия – 17 часов; самостоятельная работа – 68 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2. Основные разделы дисциплины:

1. Общие принципы АПП.
2. Автоматизация операций технологического процесса механической обработки.
3. Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении.
4. Отделители, питатели и механизмы ориентации загрузочных и транспортных устройств.
5. Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-17 – способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции;

ПК-18 – способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

**4. Вид промежуточной аттестации:** Экзамен, КР.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС	
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	1. Общие принципы АПП.	1.1. История развития автоматизации	Конспект Лекций; Защита КР	
			1.2. Общие положения		
			1.3. Тенденции развития АПП в машиностроении		
			1.4. Основные направления развития АПП в серийном производстве		
			1.5. Условия, вызывающие необходимость автоматизации		
		2. Автоматизация операций технологического процесса механической обработки.	2.1. Общие положения	Конспект Лекций; Защита КР	
			2.2. Исполнительные механизмы		
			2.3. Классификация исполнительных механизмов		Конспект лекций; Отчет по ЛР №1; Защита КР
			2.4. Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы		
			2.5. Электрические исполнительные механизмы		
2.6. Система управления с командоаппаратом					
ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	3. Загрузочно-разгрузочные и транспортные устройства в автоматизированном машиностроении.	3.1. Классификация ЗРУ	Конспект Лекций; Защита КР	
			3.2. Самотечные магазины		
			3.3. Полусамотечные магазины	Конспект лекций; Отчет по ЛР №2; Защита КР	
			3.4. Примеры расчётов		
			3.5. Магазины с принудительным перемещением		
			3.6. Бункерные магазины		
			3.7. Бункерные загрузочные устройства		
			3.8. Вибрационные лотки		
			3.9. Вибробункеры	Конспект Лекций; Защита КР	
4.1. Отсекатели (отделители)					
4.2. Механизмы ориентации	Конспект лекций; Отчет по ПЗ №1; Защита КР				
4.3. Транспортные устройства автоматических линий (ТУАЛ)					
4.4. Примеры загрузки технологического оборудования	Конспект Лекций; Защита КР				
5. Автоматизация контроля и сортировки изделий в машиностроении.	5.1. Общие сведения о контроле	Конспект лекций; Отчет по ПЗ №2; Защита КР			
	5.2. Датчики				
	5.3. Приборы и устройства активного контроля и сортировки				



## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b>  <i>ПК-17</i>                      - методы организации машиностроительных производств и рабочих мест;  <i>ПК-18</i>                      - программы и методики контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления;</p> <p><b>Уметь:</b>  <i>ПК-17</i>                      - организовывать на машиностроительных производствах рабочие места, их техническое оснащение, размещать оборудование, средства автоматизации, управления, контроля и испытаний;  <i>ПК-18</i>                      - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, при оценке ее брака и анализе причин его возникновения;</p> <p><b>Владеть:</b>  <i>ПК-17</i>                      - навыками эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции.  <i>ПК-18</i>                      - навыками разработки мероприятий по предупреждению и устранению брака выпускаемой продукции.</p>	<p><b>зачтено</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;</li> <li>- ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно;</li> <li>- опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- свободно владеет основными понятиями дисциплины.</li> </ul>
	<p><b>не зачтено</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</li> </ul>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств от 11 августа 2016 г № 1000

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413,

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» октября 2016 г. № 684,

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125.

**Программу составил:**

Попов В.Ю., доцент кафедры МиТ, канд. техн. наук. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ от «11» декабря 2018 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой МиТ \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой МиТ \_\_\_\_\_ Е.А. Слепенко

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета МФ от «14» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_