

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»


Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК 01.02 «Электроснабжение электротехнологического оборудования»
специальности
13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой)
комиссии общепрофессиональных
дисциплин, профессиональных модулей
специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол № 13
Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 «Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям», требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 № 1216 и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
- ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- ОК 11 Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
- ПК 1.2 Читать и составлять электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования.

Изучение профессионального модуля направлено на освоение основного вида деятельности «Организация электроснабжения электрооборудования по отраслям».

При выполнении практических работ студент должен **уметь:**

- разрабатывать электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям;
- заполнять дефектные ведомости, ведомости объема работ с перечнем необходимых запасных частей и материалов, маршрутную карту, другую техническую документацию; схема распределительных сетей 35 кВ, находящихся в зоне эксплуатационной ответственности;
- читать простые эскизы и схемы на несложные детали и узлы;
- пользоваться навыками чтения схем первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций;
- читать схемы первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций;
- осваивать новые устройства (по мере их внедрения);
- организация разработки и пересмотра должностных инструкций подчиненных работников более высокой квалификации;
- читать схемы питания и секционирования контактной сети и воздушных линий электропередачи в объеме, необходимом для выполнения простых работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту контактной сети, воздушных линий электропередачи под напряжением и вблизи частей, находящихся под напряжением;
- читать схемы питания и секционирования контактной сети в объеме, необходимом для выполнения работы в опасных местах на участках с высокоскоростным движением;
- читать принципиальные схемы устройств и оборудования электроснабжения в объеме, необходимом для контроля выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения.

При выполнении практических работ студент должен **знать:**

- устройство электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям;
- устройство и принцип действия трансформатора. Правила устройства электроустановок;
- устройство и назначение неактивных (вспомогательных) частей трансформатора;
- принцип работы основного и вспомогательного оборудования распределительных устройств средней сложности напряжением до 35 кВ;
- конструктивное выполнение распределительных устройств;
- конструкция и принцип работы сухих, масляных, двухобмоточных силовых трансформаторов мощностью до 10 000 кВА напряжением до 35 кВ;

- устройство, назначение различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения;
- элементы конструкции закрытых и открытых распределительных устройств напряжением до 110 кВ, минимальные допускаемые расстояния между оборудованием;
- устройство проводок для прогрева кабеля;
- устройство освещения рабочего места;
- назначение и устройство отдельных элементов контактной сети и трансформаторных подстанций;
- назначение устройств контактной сети, воздушных линий электропередачи;
- назначение и расположение основного и вспомогательного оборудования на тяговых подстанциях и линейных устройствах тягового электроснабжения;
- контроль соответствия проверяемого устройства проектной документации и взаимодействия элементов проверяемого устройства между собой и с другими устройствами защит;
- устройство и способы регулировки вакуумных выключателей и элегазового оборудования;
- изучение устройства и характеристик, отличительных особенностей оборудования нового типа, принципа работы сложных устройств автоматики оборудования нового типа интеллектуальной основе;
- однолинейные схемы тяговых подстанций.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём практических занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ междисциплинарного курса МДК 01.02 «Электроснабжение электротехнологического оборудования» содержит 18 практических занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

МДК.01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Способы преобразования электрической энергии в тепловую.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Способы преобразования электрической энергии в тепловую

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Устройство и принципа действия электрических печей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Устройство и принципа действия электрических печей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Устройство и принципа действия электрических печей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Устройство и принципа действия сварочных аппаратов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Устройство и принципа действия сварочных аппаратов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема: Конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Тема: Конструкции привода, вспомогательных устройств и блокировки шлифовальных станков

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14

Тема: Конструкции привода, вспомогательных устройств и блокировки шлифовальных станков

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Тема: Изучение структурных схем программного управления рабочими органами станков с ЧПУ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16

Тема: Изучение структурных схем программного управления рабочими органами станков с ЧПУ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17

Тема: Назначение и виды промышленных роботов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18

Тема: Назначение и виды промышленных роботов.

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации

1. Практические работы проводятся под наблюдением преподавателя. К выполнению практических работ обучающиеся допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности.

2. Все практические работы проводятся за партами учебного кабинета. Обучающимся не разрешается без уважительной причины отлучаться из кабинета до полного окончания практических работ.

3. Перед началом работы длинные волосы следует заколоть.

4. На рабочем месте должны находиться только необходимые для работы материалы и инструменты.

5. С ножницами следует пользоваться аккуратно, передавать их кольцами вперед.

6. Необходимо следить за чистотой рабочего места.

7. После завершения работы обучающиеся обязаны собрать инструменты, материалы, методические пособия и сдать их преподавателю, убрать рабочее место.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Способы преобразования электрической энергии в тепловую.

Цель работы: Изучить способы преобразования электрической энергии в тепловую.

2.1.1. Общие методические указания

Электрическими печами сопротивления (ЭПС) называется обширный класс электротермических установок, предназначенных для нагрева различных изделий в результате пропускания тока либо через сами изделия (устройства прямого действия) либо через систему проводников (устройства косвенного действия).

ЭПС широко используются в промышленности, лабораторных и научных исследованиях для плавления, сушки, предварительного нагрева, обжига, закалки и других видов термической обработки разнообразных материалов благодаря следующим достоинствам:

- 1) Возможность равномерного нагрева изделий до температур в 2500 °С
- 2) Компактность конструкции и высокая мощность нагрева
- 3) Автоматизация управления, возможность интегрирования в промышленные технологические цепочки
- 4) Простота регулировки рабочих режимов, в том числе при сложных графиках температурного воздействия
- 5) Использование эффективных средств герметизации– вакуум, среда защитных газов, совместимость с режимами специальной атмосферы при химико-термическом воздействии (при азотировании, цементации и т.п.).

Электрическая печь прямого действия предусматривает нагрев размещенного в ней металлического изделия путем пропускания тока непосредственно через него. Это позволяет обеспечить стремительный нагрев детали до необходимых температур за считанные секунды. Однако громоздкость и другие конструктивные сложности, а также трудность с оперативной регулировкой режимов ограничивают применение таких

установок. Большая часть ЭПС выполняется по косвенной схеме, с использованием нагревательных элементов из жаропрочных материалов.

Проволочный либо ленточный нагреватель из таких прецизионных сплавов, как нихром или фехраль, характеризуется долгим сроком службы, надежностью, точным соблюдением задаваемых температурных параметров и рядом других достоинств. Промышленностью изготавливается весьма широкий ассортимент печей косвенного воздействия, с обеспечением теплопередачи за счет конвекции, излучения, теплопроводности либо комбинации этих факторов.

Классификация электрических печей сопротивления

Электрические печи сопротивления классифицируются:

1) По режиму работы – имеются установки непрерывного и периодического действия.

2) По способу применения – лабораторные, для единичных исследований, и промышленные, для объемной и постоянной термообработки.

3) По атмосфере в рабочей камере – с контролируемой атмосферой, в том числе вакуумные, либо функционирующие в воздушной среде (окислительные).

4) По виду обрабатываемых изделий – установки для термической металлообработки, печи для воздействия на стекло, керамику, фарфор и др.

5) По типу конструкции – шахтные, камерные, колпаковые, плавильные и конвейерные ЭПС. Имеются установки с выдвижным и пульсирующим подом, карусельные, барабанные, толкательные и другие конструкции.

6) По рабочей температуре – наиболее наглядной характеристике электропечей сопротивления:

- низкотемпературные (нагрев до 400 °С) и среднетемпературные (нагрев до 1000 °С), в качестве нагревательных элементов используются нихром марок X15H60, X20H80 и др;

- высокотемпературные (нагрев до 1600 °С) установки на основе фехраля марок X27Ю5Т, X23Ю5Т и др.

- особо высоких температур (нагрев до 1800 °C), в них нагревательные элементы изготовлены из керамических материалов – хромита лантана, дисилицида молибдена, карбида кремния

- сверхвысоких температур (нагрев до 2500 °C) – работают в вакуумной среде с использованием тугоплавких металлов тантала, вольфрама, молибдена либо композитных углеродосодержащих сплавов в качестве нагревателей.

Проволочные зигзагообразные нагреватели навешивают на стенках и своде печи на жаропрочных крючках, подовые нагреватели укладывают свободно на фасонные кирпичи.

Спиральные нагреватели в низкотемпературных печах подвешивают на фасонных керамических втулках на керамических трубках 2 или на полочках футеровки. В среднетемпературных печах спиральные нагреватели укладывают также в пазах 3 футеровки.

Ленточные нагреватели (изготовленные из ленты или литые) крепят на стенках и своде обычно на специальных керамических крючках; на поду их укладывают на керамических опорах.

Материалы для нагревательных элементов

Нагревательные элементы, как и жароупорные, работают в зоне повышенных температур. В электропечестроении кроме вышеперечисленных, предъявляют к ним еще ряд требований, связанных их электрическими свойствами. Таким образом, данные материалы должны обладать:

1) Жаростойкость, т.е. они не должны окисляться под действием кислородного воздуха, высоких температур.

2) Достаточная жаропрочность может быть невелика, достаточно, чтобы нагреватели поддерживали сами себя.

3) Большое удельное сопротивление. Это объясняется тем, что тонкие и длинные нагреватели не прочны, не удобны конструктивно, имеют малый срок службы.

4) Малый температурный коэффициент сопротивления (ТКС). Это необходимо для того, чтобы сократить пусковые толчки тока. Толчки могут

достигать 4-5 кратного значения и длиться длительное время из-за большой инерционности печи.

5) Электрические свойства нагревателей должны быть постоянны.

6) Нагреватели должны иметь постоянный размер.

7) Материалы должны хорошо обрабатываться.

Основными материалами для нагревательных элементов являются сплавы никеля, хрома, железа (нихромы). Они могут использоваться до 1100 °С. При t° до 600 °С используются фехраль и константан. Для печей с рабочими температурами выше 1100 - 1150° С применяют неметаллические нагреватели в виде стержней: карборундовые, основу которых составляет карбид кремния (до 1300—1400 °С), и из дисилицида молибдена (до 1400—1500 °С). В высокотемпературных вакуумных печах при t° от 2200 до 3000 °С применяются нагреватели из тантала, молибдена, вольфрама, угольные или графитовые нагреватели. Наиболее распространены в высокотемпературных печах нагреватели из молибдена (до 2000 °С в защитной среде) и вольфрама (до 2500 °С в защитной среде).



Электрическая мощность, потребляемая нагревателями, составляет для небольших мощностей единицы киловатт, а для крупных печей может достигать тысячи киловатт и более.

Трубчатые электронагреватели (ТЭНы)

В печах с электрокалориферами и соляных ваннах (при температурах до 600 °С) часто применяют трубчатые электронагреватели (ТЭН).



Нагреватель состоит из металлической трубки, по оси которой расположена нихромовая спираль, приваренная к выводным концам нагревателя. Трубка заполнена кристаллической окисью магния (периклазом). В концах трубки закреплены выводные изоляторы.

Трубка легко изгибается, поэтому ТЭН выпускаются различной формы (в том числе ребристыми — для электрокалориферов).

Основные объекты нагрева электроэнергией – вода, почва, воздух, продукты, сыпучие материалы, бетон и другие материалы. Основные преимущества электрического нагрева заключаются в том, что электронагревательные установки всегда готовы немедленно вступить в действие и автоматически поддерживают заданные параметры тепла.

2.1.2. План работы

1. Записать тему и цель работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Нарисовать схему рисунок 2.1.1.
4. Дать описание схемы.

2.1.3. Схемы управления и подключения

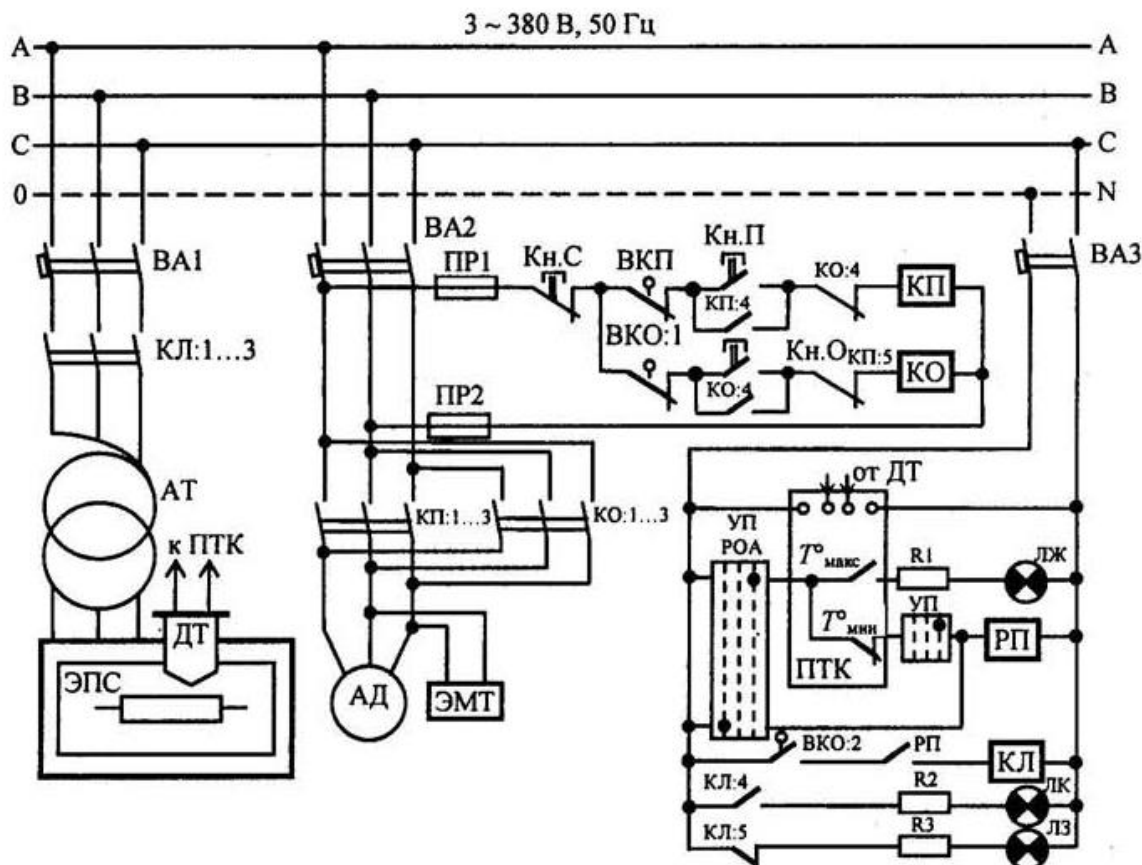


Рисунок 2.1.1 Принципиальная электрическая схема управления ЭПС

Основные элементы схемы:

АТ — автотрансформатор трехфазный, для питания нагревателя печи;

АД с ЭМТ — асинхронный двигатель с электромагнитным тормозом, для подъема и опускания двери камеры, реверсивный;

КП и КО — контакторы подъема и опускания двери камеры;

ВКП и ВКО — выключатели конечные поднятого и опущенного состояния двери;

КЛ — контактор линейный для подключения и отключения АТ к сети;

РП — реле промежуточное, для коммутации цепи КЛ;

ДТ — датчик температуры печи.

Органы управления.

УП — универсальный переключатель («ручное»-0-«автоматическое»), для выбора режима управления;

ПТК—прибор теплоконтроля, для управления в автоматическом режиме;

Кн.П, Кн.О, Кн.С — кнопки «Подъем», «Опускание», «Стоп» двери.

Режимы работы:

- автоматический — основной, от ПТК;
- ручной — резервный, от УП.

Работа схемы.

Исходное состояние.

Поданы все виды питания (включены ВА1, ВА2, ВА3).

Изделие загружено в камеру, дверь камеры опущена.

УП — «0». Засвечена лампа «зеленая» ЛЗ — «ЭПС отключена».

Печь к работе готова.

Ввод в работу в «Автоматическом режиме».

Установить УП — «А» — подключается ПТК и собирается цепь РП ($T_{\text{мин}}^{\circ}\text{C}$),

РП ↑ — собирается цепь **КЛ** (РП замкнется),

КЛ ↑ — подключится к сети АТ (КЛ:1...3),

— собирается цепь, засветится лампа «красная» ЛК (КЛ:4),

— разомкнется цепь, погаснет ЛЗ (КЛ:5).

ЭПС подключена к сети, засвечена ЛК — «ЭПС включена», начат процесс разогрева.

Регулирование $T_{\text{ЭПС}}^{\circ}\text{C}$.

Регулирование двухпозиционное

Включение и отключение печи осуществляется через контакт $T_{\text{мин}}^{\circ}\text{C}$ в ПТК при достижении $T_{\text{зад}}^{\circ}\text{C}$.

Но так как есть «зона нечувствительности», то отключение будет при $T_{\text{мин}}^{\circ}\text{C} = T_{\text{зад}}^{\circ}\text{C} + \Delta T^{\circ}\text{C}$, а включение при $T_{\text{мин}}^{\circ}\text{C} = T_{\text{зад}}^{\circ}\text{C} - \Delta T^{\circ}\text{C}$.

При отключении. Размыкается цепь **РП** (контакт $T_{\text{мин}}^{\circ}\text{C}$).

РП ↓ — размыкается цепь **КЛ** (контакт РП),

КЛ ↓ — отключается от сети АТ (КЛ:1...3), а следовательно, и ЭПС,

— собирается цепь ЛЗ, лампа засвечивается «ЭПС — отключена» (КЛ:5),

— размыкается цепь ЛК, лампа гаснет.

Процесс повторяется до полного прогрева изделия, а длительность его определяется технологическими условиями, УП — «0».

Выгрузка изделия.

КнП ↑↓ — кратковременно, при этом:

КП ↑ — подключится к сети АД с ЭМТ (КП:1...3), растормозится и будет работать на «Подъем»,

— становится на самопитание (КП:4),

— блокируется цепь **КО** (КП:5).

При достижении верхнего положения ВКП — разомкнется, **КП** ↓ и «подъем» прекратится, АД остановится.

Изделие выгружается, другое загружается, дверь опускается.

КнО ↑↓ — кратковременно, при этом:

КО ↑ — подключится к сети АД с ЭМТ (КО:1...3), растормозится и будет работать на «опускание»,

— становится на самопитание (КО:4),

— блокируется цепь КП (КО:5).

По достижении нижнего положения ВКО:1 — разомкнется, **КО** ↓ и «опускание» прекратится, АД остановится.

Подготовится цепь **КЛ** (ВКО:2).

Работа в «ручном режиме».

Включение и отключение ЭПС производится с помощью УП, установкой его соответственно в положение «Р» и «О». Контроль температуры визуальный.

Аварийный режим.

Если при работе в режиме «А» по достижении $T_{\text{фак}}\text{ }^{\circ}\text{C} = T_{\text{зад}}\text{ }^{\circ}\text{C} + \Delta T\text{ }^{\circ}\text{C}$ отключения не произойдет ($T_{\text{мин}}\text{ }^{\circ}\text{C}$ — не разомкнется), то по достижении $T_{\text{макс}}\text{ }^{\circ}\text{C}$ собирается цепь лампы «желтой» ЛЖ, ЛЖ засветится — предупредительный сигнал о неисправности.

Защита, блокировки, сигнализация:

силовая цепь АТ — от токов КЗ (ВА1),

силовая цепь АД — от токов КЗ и перегрузки (ВА2),

цепи управления АД — от токов КЗ (ПР1, ПР2),

цепи управления и сигнализации — от токов КЗ (ВА3),

взаимная блокировка цепей **КП** и **КО** (КО:5, КП:5).

Ограничение перемещений двери в крайних положениях (ВКП, ВКО:1).

«Запрет» на включение ЭПС при открытой двери (ВКО:2).

ЛЗ — «ЭПС отключена».

ЛК — «ЭПС включена».

ЛЖ — «Превышение $T_{\text{зад}}\text{ }^{\circ}\text{C}$ ».

2.1.4. Контрольные вопросы

1. Назначение электрических печей сопротивления.
2. Перечислите достоинства ЭПС.
3. Достоинства проволочный либо ленточного нагревателя из таких прецизионных сплавов, как нихром или фехраль.
4. Приведите классификацию ЭПС.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Способы преобразования электрической энергии в тепловую

Цель работы: Способы преобразования электрической энергии в тепловую

Принцип работы МГД-генератора:

Магнитогидродинамический генератор (МГД-генератор) — энергетическая установка, в которой энергия рабочего тела (жидкой или газообразной электропроводящей среды), движущегося в магнитном поле, преобразуется непосредственно в электрическую энергию. В МГД-генераторе происходит прямое преобразование механической энергии движущейся среды в

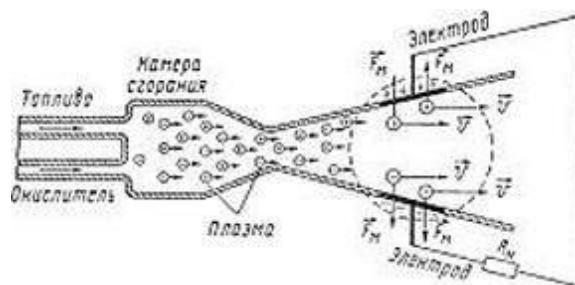
электрическую энергию. Движение таких сред описывается магнитной гидродинамикой, что и дало наименование устройству.

Также как и в обычных машинных генераторах, принцип работы МГД-генератора основан на явлении электромагнитной индукции, то есть на возникновении тока в проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля. Но, в отличие от машинных генераторов, в МГД-генераторе проводником является само рабочее тело, в котором при движении поперёк магнитного поля возникают противоположно направленные потоки носителей зарядов противоположных знаков.

Рабочим телом МГД-генератора могут служить следующие среды: электролиты, жидкие металлы, плазма (ионизированный газ).

Первые МГД-генераторы использовали в качестве рабочего тела электропроводные жидкости (электролиты), в настоящее время применяют плазму, в которой носителями зарядов являются в основном свободные электроны и положительные ионы, отклоняющиеся в магнитном поле от траектории, по которой газ двигался бы в отсутствие поля.

МГД-генератор состоит из канала, по которому движется рабочее тело (обычно плазма), системы магнитов для создания магнитного поля и электродов, отводящих полученную энергию. В качестве магнитов могут быть использованы электромагниты или постоянные магниты, а также другие источники магнитного поля.



Для создания электропроводности газа, его необходимо нагреть до температуры термической ионизации (около 10000 К). Для работы при меньших температурах газ обогащают парами щелочных металлов, что позволяет снизить температуру смеси до 2200—2700 К.

МГД-генераторы классифицируются следующим образом:

по источнику тепла - реактивные двигатели, ядерные реакторы, теплообменные устройства;

по рабочему телу - продукты сгорания ископаемого топлива, инертные газы с присадками щелочных металлов (или их солей), пары щелочных металлов, жидкие металлы и электролиты;

по типу рабочего цикла - МГД-генераторы с открытым циклом (в данном случае продукты сгорания являются рабочим телом, а использованные газы после удаления из них присадки щелочных металлов выбрасываются в атмосферу), МГД-генераторы с замкнутым циклом (здесь тепловая энергия, полученная при сжигании топлива, передаётся в теплообменнике рабочему телу, которое затем, пройдя МГД-генератор, возвращается через компрессор, замыкая цикл);

по способу отвода электроэнергии - кондукционные (в рабочем теле, протекающем через поперечное магнитное поле, возникает электрический ток, который через съёмные электроды, смонтированные в боковые стенки канала, замыкается на внешнюю цепь и в зависимости от изменения магнитного поля или скорости движения рабочего тела такой МГД-генератор может генерировать постоянный или пульсирующий ток), индукционные (в таких МГД-генераторах электроды отсутствуют и эти установки генерируют только переменный ток и требуют создания бегущего вдоль канала магнитного поля);

по форме канала - линейные (для кондукционных и индукционных генераторов), дисковые и коаксиальные (для кондукционных генераторов), радиальные (для индукционных генераторов);

по системам соединений электродов - генератор со сплошными или секционированными электродами, генератор с расположенными друг против друга

короткозамкнутыми электродами, генератор с диагональным соединением электродов.

Характеристики:

мощность - мощность МГД-генератора пропорциональна проводимости рабочего тела, квадрату его скорости и квадрату напряжённости магнитного поля;

скорость потока - скорости потока в МГД-генераторе могут быть в широком диапазоне — от дозвуковых до сверхзвуковых;

индукция магнитного поля - индукция магнитного поля определяется конструкцией магнитов и ограничивается значениями около 2 Тл для магнитов со сталью и до 6—8 Тл для сверхпроводящих магнитных систем.

Достоинства.

Основное преимущество МГД-генератора — отсутствие в нём движущихся узлов или деталей, непосредственно участвующих в преобразовании тепловой энергии в электрическую. Это позволяет существенно увеличить начальную температуру рабочего тела и, следовательно, КПД электростанции.

В сочетании с паросиловыми установками, МГД-генератор позволяет получить большие мощности в одном агрегате, до 500—1000 МВт.

Применение.

Теоретически, существуют четыре направления промышленного применения МГД-генераторов:

Тепловые электростанции с МГД-генератором на продуктах сгорания топлива (открытый цикл); такие установки наиболее просты и имеют ближайшую перспективу промышленного применения;

Атомные электростанции с МГД-генератором на инертном газе, нагреваемом в ядерном реакторе (закрытый цикл); перспективность этого направления зависит от

развития ядерных реакторов с температурой рабочего тела свыше 2000 К;

Термоядерные электростанции безнейтронного цикла с МГД-генератором на высокотемпературной плазме;

Циклы с МГД-генератором на жидком металле, которые перспективны для атомной энергетики и для специальных энергетических установок сравнительно небольшой мощности.

Энергетические установки с МГД-генератором могут применяться также как резервные или аварийные источники энергии в энергосистемах, для бортовых систем питания космической техники, в качестве источников питания различных устройств, требующих больших мощностей на короткие промежутки времени (например, для питания электроподогревателей аэродинамических труб и т. п.).

Несмотря на заманчивые перспективы и бурное развитие исследований в области МГД-генераторов в 1970-е, устройства на их основе так и не нашли широкого промышленного применения вплоть до настоящего времени.

История изобретения.

Впервые, идея использования жидкого проводника была выдвинута ещё Майклом Фарадеем, в 1832 совершившим неудачную попытку применения её на практике. В дальнейшем, в 1851 году английскому учёному Волластону удалось измерить ЭДС, индуцированную приливными волнами в Ла-Манше, однако отсутствие необходимых знаний по электрофизическим свойствам жидкостей и газов долго тормозило использование описанных эффектов на практике.

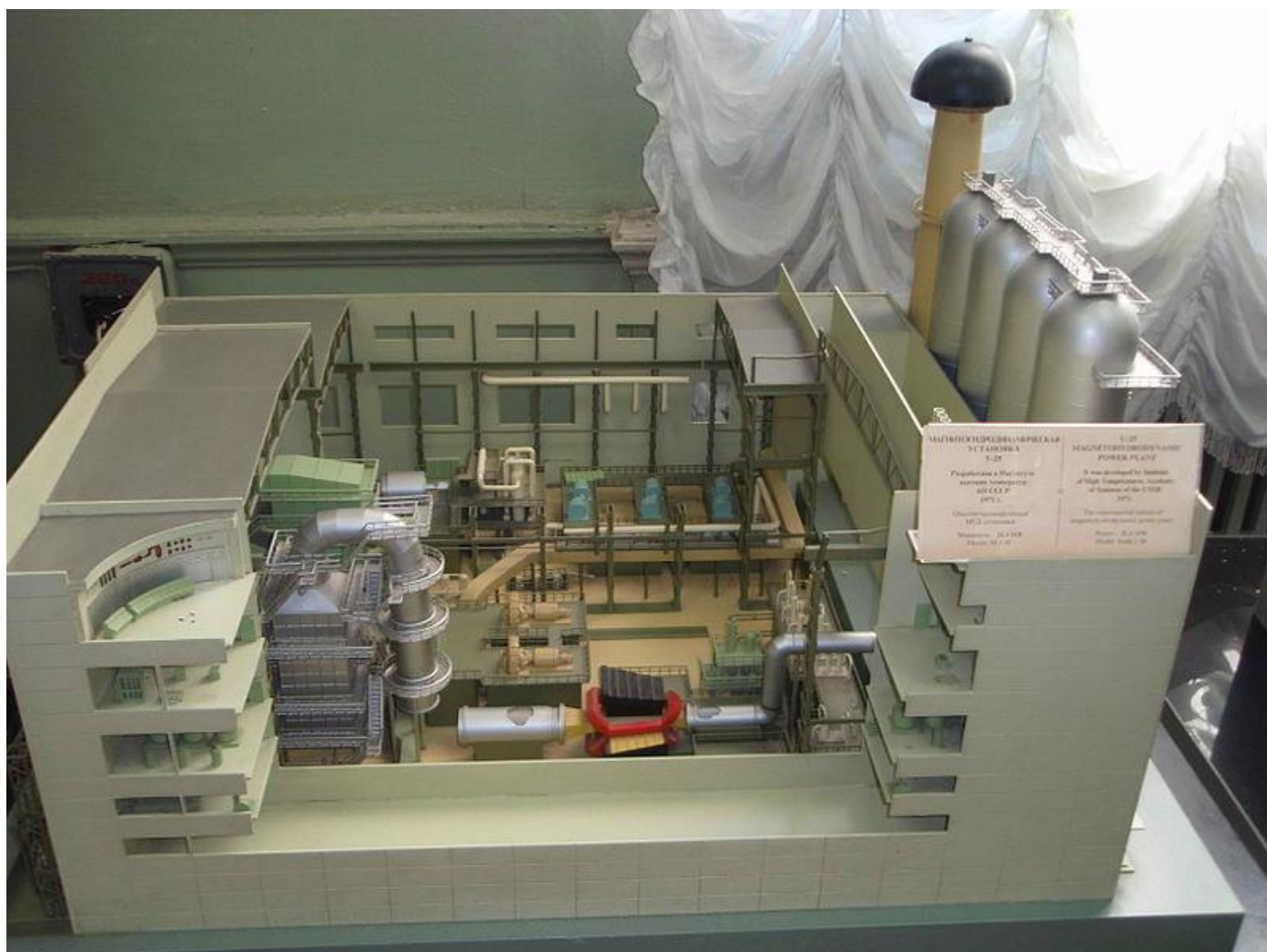
Хотя первые патенты на МГД-преобразования энергии были выданы ещё в самом начале XX века, описанные в них конструкции были на практике нереализуемы.

Первый работающий МГД-генератор был построен только в 1950-х годах благодаря развитию теории магнитной гидродинамики и физики плазмы,

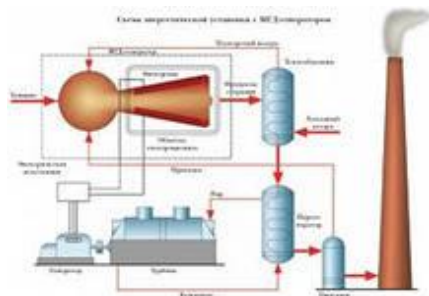
исследованиям в области физики высоких температур и созданию к этому времени жаропрочных материалов, использовавшихся тогда, прежде всего, в ракетной технике.

Источником плазмы с температурой 3000 К в первом МГД-генераторе, построенном в США в 1959 году, служил плазмотрон, работавший на аргоне с присадкой щелочного металла для повышения степени ионизации газа. Мощность генератора составляла 11,5 кВт. К середине 60-х годов мощность МГД-генераторов на продуктах сгорания удалось довести до 32 МВт («Марк-V», США).

В СССР первая лабораторная установка «У-02», работавшая на природном топливе, была создана в 1965. В 1971 году была пущена опытно-промышленная энергетическая установка «У-25», имеющая расчётную мощность 20—25 МВт. «У-25» работала на продуктах сгорания природного газа с добавкой K_2CO_3 в качестве ионизирующей присадки, температура потока — около 3000 К. Модель магнетогидродинамической установки «У-25» находится в Государственном Политехническом музее в Москве.



Наибольшее распространение с 1970-х годов получили кондукционные линейные МГД-генераторы на продуктах сгорания ископаемых топлив с присадками щелочных металлов, работающих по открытому циклу.



Задание:

1. В практической работе необходимо изучить принцип работы МГД-генератора.
2. Ознакомиться с историей изобретения МГД-генераторов.
3. Ознакомиться с характеристиками и достоинствами МГД-генераторов.
4. Ознакомиться с классификацией МГД-генераторов.

Работа на занятии.

1. Изучив представленный материал ответить письменно на контрольные вопросы.
2. Начертить принципиальную схему МГД-генератора.

Содержание отчета.

1. Цель работы.
2. Принципиальная схема МГД-генератора.
3. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Принцип работы МГД-генератора?
2. Что может быть рабочим телом в МГД-генераторе?
3. Конструкция МГД-генератора?
4. МГД-генераторы по виду источника тепла?
5. МГД-генераторы по типу рабочего цикла?
6. Достоинства МГД-генератора?
7. Где возможно применение МГД-генераторов?
8. Кто и в каком году выдвинул идею применения жидкого проводника?

9. Где и в каком году был построен первый работающий МГД-генератор?
10. Какого типа МГД-генератор был построен в СССР?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

«Устройство и принципа действия электрических печей»

Цель работы: Изучить устройство и принципа действия электрических печей.

2.2.1. Общие методические указания

Компрессор - устройство промышленного применения для сжатия и подачи воздуха и других газов под давлением. Устройство поршневого компрессора рисунок 1.

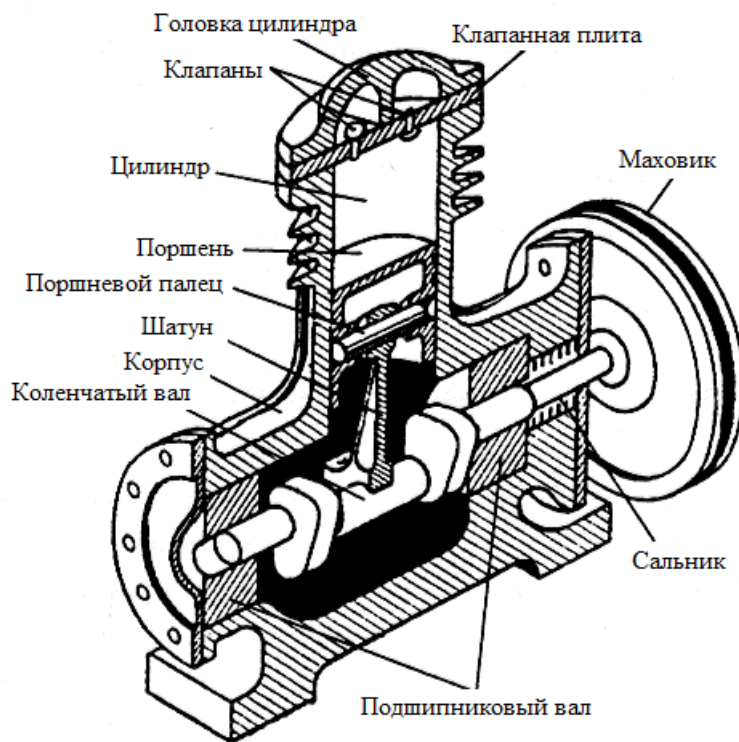


Рисунок 2.2.1 Устройство поршневого компрессора

Поршень в компрессорной головке создает давление за счет возвратно-поступательных движений. Кстати, самый простой поршневой компрессор - только поршень и цилиндр - велосипедный насос.

Основные части поршневого компрессора:

- компрессорная головка;
- ресивер;
- двигатель (электро-, бензо- или дизельный).

Основная работа происходит именно в компрессорной головке. Она состоит из:

- цилиндра с поршнем;
- шатуна;
- коленчатого вала;
- впускного и выпускного клапанов;
- маховика;
- сальника.

Через впускной клапан воздух всасывается в цилиндр, там поршень сжимает его, и уже сжатый газ выходит через выпускной клапан, попадая в «резервуар для хранения» – ресивер.

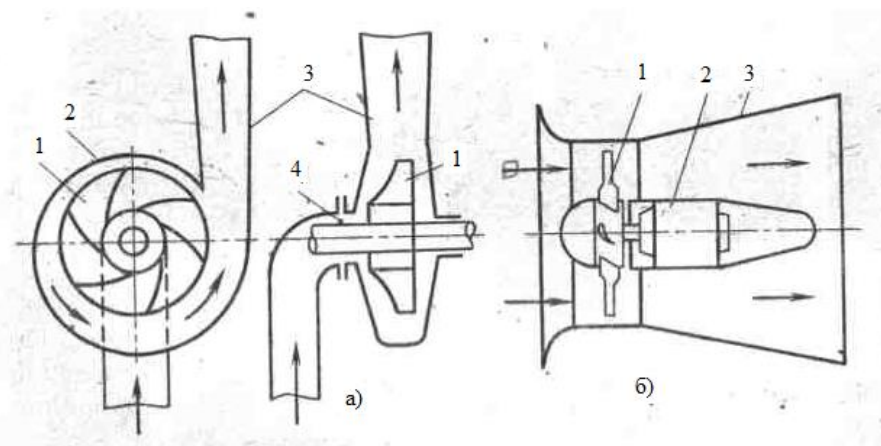
Инженерное оборудование жизнеобеспечения промышленных зданий и сооружений включает в себя в том числе и вентиляторы, используемые в системах вентиляции для создания обмена и кондиционирования воздуха, который необходим для обеспечения воздушной среды благоприятной для жизнедеятельности человека или для технологических целей производства. Вентилятор представляет собой электромеханическую машину с лопастями, перемещающую воздух и другие газопаровоздушные смеси.

Подача и вытяжка воздуха осуществляются вентиляторами по воздуховодам вентиляционной сети или напрямую в помещение и из помещения непосредственно через оконные, стеновые или потолочные проёмы.

Каждый вентилятор должен преодолеть сопротивление вентиляционной сети, создаваемое изгибами воздуховодов и вентиляционным оборудованием (клапаны, заслонки, фильтры, шумоглушители и т.п.). Это сопротивление вызывает перепад давления, и величина этого давления является решающим фактором при выборе вентилятора. В зависимости от величины полного давления, создаваемого вентилятором при перемещении воздуха, их

подразделяют на вентиляторы низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (от 1000 Па до 3000 Па) и высокого давления (свыше 3000 Па).

По конструкции и принципу действия вентиляторы можно подразделить на два основных вида: осевые (аксиальные) и радиальные (центробежные), рисунок 4.



а) центробежный тип

б) осевой тип

Рисунок 2.2.2. Схемы вентиляторов

По конструкции вентиляторы делятся на центробежные и осевые. Они выпускаются в нескольких исполнениях в зависимости от направления выхода воздуха, (вверх, вниз, горизонтально и т.д.) и направления вращения. Рабочее колесо 1 центробежного вентилятора (рис.1, а) вращается в кожухе 2. Воздух засасывается через боковое отверстие 4 кожуха и выбрасывается через выходной раструб 3. Осевой вентилятор (рис.1, б) имеет рабочее колесо с несколькими лопатками 7, сходными по форме с лопатками воздушного или гребного винта. Колесо вращается электродвигателем 2, укрепленным внутри корпуса 3, и создается тяга (поток) воздуха через раструб вентилятора.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях получили центробежные вентиляторы. Они имеют такую же, как и центробежные компрессоры, зависимость статической мощности на валу от скорости называемую вентиляторной характеристикой. Момент на валу вентилятора изменяется пропорционально квадрату скорости, а производительность вентилятора пропорциональна угловой скорости в первой степени.

В осевом вентиляторе поток воздуха, поступающий во вращающееся рабочее колесо, не изменяет своего направления и проходит вдоль оси вращения, а в радиальном вентиляторе изменяет направление движения с осевого на радиальное (отклоняется на 90°).

В зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения радиальные вентиляторы подразделяются на:

Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Коррозионностойкое из нержавеющей стали для агрессивных сред.

Применяются для перемещения агрессивных невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Взрывозащищённые из разнородных металлов, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (II А, II В категорий) с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C (кроме вентиляторов из алюминиевых сплавов), не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Теплостойкие (жаростойкие) из углеродистой стали, из разнородных металлов, из нержавеющей стали в обыкновенном или взрывозащищённом исполнении для обычных или агрессивных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред, взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий), агрессивных сред и агрессивных взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Пылевые из углеродистой стали, из нержавеющей стали для пылевоздушных сред.

Применяются для перемещения невзрывоопасных пылевоздушных смесей с содержанием пыли и других механических твёрдых примесей в количестве 1 кг/м³ при отсутствии липких веществ и волокнистых материалов.

Тягодутьевые машины: дымососы и дутьевые вентиляторы для котельных.

Дымососы котельные предназначены для отсасывания дымовых газов из топок котельных агрегатов с температурой до 200°C. Вентиляторы дутьевые котельные предназначены для подачи воздуха в топки котельных агрегатов с температурой до 80°C.

Противопожарные: дымоудаления для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов.

По направлению вращения рабочего колеса радиальные вентиляторы бывают правого вращения или левого вращения. У вентилятора правого вращения рабочее колесо вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны всасывания воздуха, и у вентилятора левого вращения рабочее колесо вращается против часовой стрелки.

Радиальные вентиляторы имеют корпус спиральный поворотный с различным положением корпуса: 0°, 45°, 90°, 135°, 270°, 315°.

Осевые вентиляторы, в зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения, подразделяются на:

1) Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

2) Взрывозащищённые из разнородных металлов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

3) Противопожарные: дымоудаления и подпора воздуха (противодымные) для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов. Вентиляторы подпора воздуха предназначены для подачи воздуха и создания избыточного давления и предотвращения проникновения дыма в лестничные клетки, тамбуры-шлюзы, шахты лифтов, что даёт возможность эвакуации людей при пожаре.

Расчёт и выбор электродвигателя поршневого компрессора

Для механизмов компрессоров типичен продолжительный режим работы, поэтому их электроприводы, как правило, неререверсивные с редкими пусками. Они имеют небольшие пусковые статические моменты – до 20 – 25% от номинального.

Поскольку поршневой компрессор при работе создаёт на валу периодически изменяющийся момент сопротивления (ударную нагрузку), это вызывает колебания ротора двигателя. Чтобы уменьшить такие колебания для привода поршневых компрессоров чаще всего применяют тихоходные двигатели (ω_0 до 26,2 – 31,4 рад/с) с большой перегрузочной способностью, повышенным моментом инерции ротора.

При выборе мощности двигателя для компрессоров требуемую мощность двигателя $P_{дв}$ находят по мощности на валу механизма с учетом потерь в промежуточных механических передачах.

Мощность двигателя поршневого компрессора $P_{дв}$, кВт, определяется по следующей формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $P_{дв}$ – мощность двигателя поршневого компрессора, кВт;

Q – производительность (подача) компрессора, м³/с;

$A = (A_{и} + A_{а})/2$ – работа, Дж/м³, изотермического и адиабатического сжатия 1м³ атмосферного воздуха давлением $p_1 = 1,01 \cdot 10^5$ Па до требуемого давления p_2 , Па; для давлений до $10 \cdot 10^5$ Па значения A указаны ниже:

$p_2, 10^5$ Па	3	4	5	6	7	8	9	10
$A, 10^{-3}$ Дж/м ³	132	164	190	213	230	245	260	272

η_k - индикаторный КПД компрессора, учитывающий потери мощности при реальном процессе сжатия воздуха и равный 0,6 – 0,8;

η_n - КПД механической передачи между компрессором и двигателем, его значения лежат в пределах 0,9 – 0,95.

k_z - коэффициент запаса, равный 1,05 – 1,15 и учитывающий не поддающиеся расчету факторы.

Пример расчёта.

Дано:

Решение

$$Q = 20 \text{ м}^3/\text{мин};$$

По таблице №1 для давления $10 \cdot 10^5$ находим работу

$$p_2 = 10 \cdot 10^5, \text{ Па} \quad A = 272 \cdot 103, \text{ Дж/м}^3$$

$$\eta_k = 0,78$$

$$\eta_n = 0,95$$

$$k_z = 1,05$$

$$\omega_{тр} = 103, \text{ рад/с}$$

$$P_{дв} = k_z \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт}$$

$$P_{дв} = 1,05 \times \frac{20 \times 272 \times 10^3 \times 10^{-3}}{60 \times 0,78 \times 0,095} = 128,48 \text{ кВт}$$

$$\omega = 2\pi n \frac{1}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$n = \frac{\omega \cdot 30}{\pi} = \frac{103 \cdot 30}{3,14} = 983,58 \text{ об/мин}$$

$P = ?$, $I = ?$ $n = ?$

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель типа 4А315, 132 кВт, 980 об/мин, 380 В, $\cos\varphi$ 0,74. После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

$$I_n = P_{ном} / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi = 132 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,74 = 65,6 \text{ А}$$

Расчёт и выбор электродвигателя вентилятора.

Мощность электродвигателя вентилятора $P_{дв}$, кВт, можно вычислить по формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_v \times \eta_n} . \text{ кВт} \quad (1)$$

где Q - производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H - напор (давление) воздуха (газа), Па;

η_v - КПД вентилятора, равный 0,5 – 0,85 для осевых, 0,4 – 0,7 для центробежных вентиляторов;

η_n - КПД механической передачи;

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,1 – 1,2 при мощности больше 5 кВт, 1,5 – при мощности до 2 кВт и 2,0 – при мощности до 1 кВт.

Номинальный момент двигателя определяется по формуле:

$$M_{ном} = P_{ном} \cdot 103 / \omega_{ном}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2)$$

где $\omega_{ном}$ – номинальная скорость вращения, рад/с.

Производительность вентилятора определяется по формуле:

$$Q_{ном} = c \times \omega_{ном}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3)$$

где c – постоянный коэффициент.

Для определения момента при различной производительности можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$Q_{ном} / Q_1 = \omega_{ном} / \omega_1; \quad (4)$$

$$\omega_1 = \omega_{ном} \times Q_1 / Q_{ном}$$

Пример расчёта.

Дано:

$$Q_{ном} = 3, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{\text{НОМ}} = 570, \text{ Па}$$

$$\eta_{\text{в}} = 0,64$$

$$\eta_{\text{п}} = 1,0$$

$$\omega_{\text{НОМ}} = 100 \text{ рад/с}$$

$$k_3 = 1,1$$

$$Q_1 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_2 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P=?, I=? n=? \omega_1=?$$

$$\omega_2=? M_1=? M_2=?$$

Решение:

Определяем требуемую мощность двигателя

$$P_{\text{дв}} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_{\text{в}} \times \eta_{\text{п}}} = 1,1 \times \frac{3 \times 570 \times 10^{-3}}{0,64 \times 1,0} \approx 2,939 \text{ кВт}$$

Определяем номинальный момент

$$M_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} \times 10^3 / \omega_{\text{НОМ}} = 3,0 \times 10^3 / 100 = 30,0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{НОМ}} \times Q_1 / Q_{\text{НОМ}} = 100 \times 2,6 / 3 = 86,7 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \omega_{\text{НОМ}} \times Q_2 / Q_{\text{НОМ}} = 100 \times 2,8 / 3 = 93,5 \text{ рад/с}$$

Определяем мощность при различной производительности и скорости :

$$P_1 = 1,1 \times 2,6 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,547 \text{ кВт},$$

$$P_2 = 1,1 \times 2,8 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,743 \text{ кВт},$$

Определяем момент при различных мощностях:

$$M_1 = P_1 \times 10^3 / \omega_1 = 2,547 \times 10^3 / 86,7 = 29,3, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = P_2 \times 10^3 / \omega_2 = 2,743 \times 10^3 / 93,5 = 29,3, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вывод – при изменении производительности изменяется мощность и скорость

вращения, а момент на валу не изменяется.

Определяем требуемые обороты двигателя в об/мин,

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель.

После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

2.2.2. План работы

1. Записать тему и цель работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Выполнить расчеты и выбрать двигатель для задания 1 и задания 2 в соответствии с заданным вариантом.

2.2.3. Задания для выполнения практической

Задание 1.

Исходные данные для самостоятельной работы.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Дано:	Дано:	Дано:
$Q = 12, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 40, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 160, \text{ м}^3/\text{мин}$
$p_2 = 6,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 7,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 8,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$
$\eta_k = 0,75$	$\eta_k = 0,78$	$\eta_k = 0,8$
$\eta_n = 0,91$	$\eta_n = 0,92$	$\eta_n = 0,95$
$k_3 = 1,05$	$k_3 = 1,12$	$k_3 = 1,11$
$\omega_{тр} = 104, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 102, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 101, \text{ рад/с}$
$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$

Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
Дано:	Дано:	Дано:
$Q = 10, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 20, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 25, \text{ м}^3/\text{мин}$
$p_2 = 4,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 5,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 6,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$
$\eta_k = 0,75$	$\eta_k = 0,76$	$\eta_k = 0,78$
$\eta_n = 0,91$	$\eta_n = 0,92$	$\eta_n = 0,93$
$k_3 = 1,03$	$k_3 = 1,06$	$k_3 = 1,1$
$\omega_{тр} = 78, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 104, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 105, \text{ рад/с}$
$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$

Вариант 10

Дано:

$$Q = 150, \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$p_2 = 7,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

$$\eta_k = 0,8$$

$$\eta_n = 0,93$$

$$k_3 = 1,1$$

$$\omega_{\text{тр}} = 157, \text{ рад/с}$$

$$U = 380 \text{ В}$$

Вариант 11

Дано:

$$Q = 160, \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$p_2 = 9,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

$$\eta_k = 0,82$$

$$\eta_n = 0,95$$

$$k_3 = 1,11$$

$$\omega_{\text{тр}} = 101, \text{ рад/с}$$

$$U = 380 \text{ В}$$

Вариант 12

Дано:

$$Q = 170, \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$p_2 = 8,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

$$\eta_k = 0,85$$

$$\eta_n = 0,95$$

$$k_3 = 1,12$$

$$\omega_{\text{тр}} = 105, \text{ рад/с}$$

$$U = 380 \text{ В}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: «Устройство и принципа действия электрических печей»

Цель работы: Изучить устройство и принципа действия электрических печей.

2.2.1. Общие методические указания

Компрессор - устройство промышленного применения для сжатия и подачи воздуха и других газов под давлением. Устройство поршневого компрессора рисунок 1.

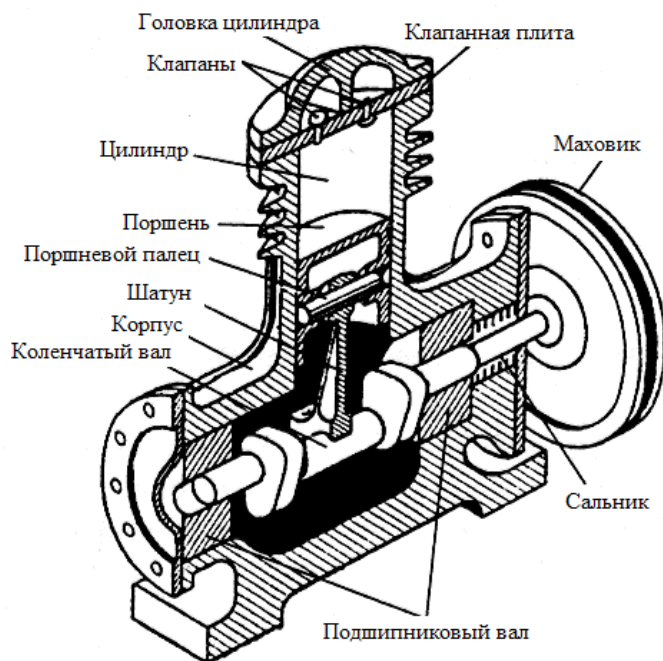


Рисунок 2.2.1 Устройство поршневого компрессора

Поршень в компрессорной головке создает давление за счет возвратно-поступательных движений. Кстати, самый простой поршневой компрессор - только поршень и цилиндр - велосипедный насос.

Основные части поршневого компрессора:

- компрессорная головка;
- ресивер;
- двигатель (электро-, бензо- или дизельный).

Основная работа происходит именно в компрессорной головке. Она состоит из:

- цилиндра с поршнем;
- шатуна;
- коленчатого вала;
- впускного и выпускного клапанов;
- маховика;
- сальника.

Через впускной клапан воздух всасывается в цилиндр, там поршень сжимает его, и уже сжатый газ выходит через выпускной клапан, попадая в «резервуар для хранения» – ресивер.

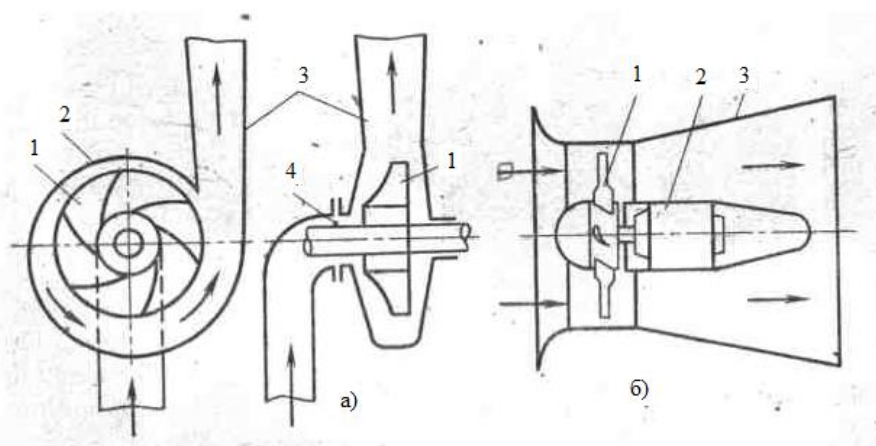
Инженерное оборудование жизнеобеспечения промышленных зданий и сооружений включает в себя в том числе и вентиляторы, используемые в системах вентиляции для создания обмена и кондиционирования воздуха, который необходим для обеспечения воздушной среды благоприятной для жизнедеятельности человека или для технологических целей производства. Вентилятор представляет собой электромеханическую машину с лопастями, перемещающую воздух и другие газопаровоздушные смеси.

Подача и вытяжка воздуха осуществляются вентиляторами по воздуховодам вентиляционной сети или напрямую в помещение и из помещения непосредственно через оконные, стеновые или потолочные проёмы.

Каждый вентилятор должен преодолеть сопротивление вентиляционной сети, создаваемое изгибами воздуховодов и вентиляционным оборудованием

(клапаны, заслонки, фильтры, шумоглушители и т.п.). Это сопротивление вызывает перепад давления, и величина этого давления является решающим фактором при выборе вентилятора. В зависимости от величины полного давления, создаваемого вентилятором при перемещении воздуха, их подразделяют на вентиляторы низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (от 1000 Па до 3000 Па) и высокого давления (свыше 3000 Па).

По конструкции и принципу действия вентиляторы можно подразделить на два основных вида: осевые (аксиальные) и радиальные (центробежные), рисунок 4.



а) центробежный тип

б) осевой тип

Рисунок 2.2.2. Схемы вентиляторов

По конструкции вентиляторы делятся на центробежные и осевые. Они выпускаются в нескольких исполнениях в зависимости от направления выхода воздуха, (вверх, вниз, горизонтально и т.д.) и направления вращения. Рабочее колесо 1 центробежного вентилятора (рис.1, а) вращается в кожухе 2. Воздух засасывается через боковое отверстие 4 кожуха и выбрасывается через выходной раструб 3. Осевой вентилятор (рис.1, б) имеет рабочее колесо с несколькими лопатками 7, сходными по форме с лопатками воздушного или гребного винта. Колесо вращается электродвигателем 2, укрепленным внутри корпуса 3, и создается тяга (поток) воздуха через раструб вентилятора.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях получили центробежные вентиляторы. Они имеют такую же, как и центробежные

компрессоры, зависимость статической мощности на валу от скорости называемую вентиляторной характеристикой. Момент на валу вентилятора изменяется пропорционально квадрату скорости, а производительность вентилятора пропорциональна угловой скорости в первой степени.

В осевом вентиляторе поток воздуха, поступающий во вращающееся рабочее колесо, не изменяет своего направления и проходит вдоль оси вращения, а в радиальном вентиляторе изменяет направление движения с осевого на радиальное (отклоняется на 90°).

В зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения радиальные вентиляторы подразделяются на:

Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Коррозионностойкие из нержавеющей стали для агрессивных сред.

Применяются для перемещения агрессивных невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Взрывозащищённые из разнородных металлов, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (II А, II В категорий) с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C (кроме вентиляторов из алюминиевых сплавов), не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Теплостойкие (жаростойкие) из углеродистой стали, из разнородных металлов, из нержавеющей стали в обыкновенном или взрывозащищённом исполнении для обычных или агрессивных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред, взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий), агрессивных сред и агрессивных взрывоопасных

газопаровоздушных смесей (ПА, ПВ категорий) с температурой до 200°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Пылевые из углеродистой стали, из нержавеющей стали для пылевоздушных сред.

Применяются для перемещения невзрывоопасных пылевоздушных смесей с содержанием пыли и других механических твёрдых примесей в количестве 1 кг/м³ при отсутствии липких веществ и волокнистых материалов.

Тягодутьевые машины: дымососы и дутьевые вентиляторы для котельных.

Дымососы котельные предназначены для отсасывания дымовых газов из топок котельных агрегатов с температурой до 200°C. Вентиляторы дутьевые котельные предназначены для подачи воздуха в топки котельных агрегатов с температурой до 80°C.

Противопожарные: дымоудаления для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов.

По направлению вращения рабочего колеса радиальные вентиляторы бывают правого вращения или левого вращения. У вентилятора правого вращения рабочее колесо вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны всасывания воздуха, и у вентилятора левого вращения рабочее колесо вращается против часовой стрелки.

Радиальные вентиляторы имеют корпус спиральный поворотный с различным положением корпуса: 0°, 45°, 90°, 135°, 270°, 315°.

Осевые вентиляторы, в зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения, подразделяются на:

- 1) Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

2) Взрывозащищённые из разнородных металлов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (ПА, ПВ категорий) с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

3) Противопожарные: дымоудаления и подпора воздуха (противодымные) для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов. Вентиляторы подпора воздуха предназначены для подачи воздуха и создания избыточного давления и предотвращения проникновения дыма в лестничные клетки, тамбуры-шлюзы, шахты лифтов, что даёт возможность эвакуации людей при пожаре.

Расчёт и выбор электродвигателя поршневого компрессора

Для механизмов компрессоров типичен продолжительный режим работы, поэтому их электроприводы, как правило, неререверсивные с редкими пусками. Они имеют небольшие пусковые статические моменты – до 20 – 25% от номинального.

Поскольку поршневой компрессор при работе создаёт на валу периодически изменяющийся момент сопротивления (ударную нагрузку), это вызывает колебания ротора двигателя. Чтобы уменьшить такие колебания для привода поршневых компрессоров чаще всего применяют тихоходные двигатели (ω_0 до 26,2 – 31,4 рад/с) с большой перегрузочной способностью, повышенным моментом инерции ротора.

При выборе мощности двигателя для компрессоров требуемую мощность двигателя $P_{дв}$ находят по мощности на валу механизма с учетом потерь в промежуточных механических передачах.

Мощность двигателя поршневого компрессора $P_{дв}$, кВт, определяется по следующей формуле:

$$P_{\text{дв}} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $P_{\text{дв}}$ – мощность двигателя поршневого компрессора, кВт;

Q – производительность (подача) компрессора, м³/с;

$A = (A_{\text{и}} + A_{\text{а}}) / 2$ – работа, Дж/м³, изотермического и адиабатического сжатия 1 м³ атмосферного воздуха давлением $p_1 = 1,01 \cdot 10^5$ Па до требуемого давления p_2 , Па; для давлений до $10 \cdot 10^5$ Па значения A указаны ниже:

$p_2, 10^5$ Па	3	4	5	6	7	8	9	10
$A, 10^{-3}$ Дж/м ³	132	164	190	213	230	245	260	272

η_k - индикаторный КПД компрессора, учитывающий потери мощности при реальном процессе сжатия воздуха и равный 0,6 – 0,8;

η_n - КПД механической передачи между компрессором и двигателем, его значения лежат в пределах 0,9 – 0,95.

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,05 – 1,15 и учитывающий не поддающиеся расчету факторы.

Пример расчёта.

Дано:

Решение

$$Q = 20 \text{ м}^3/\text{мин};$$

По таблице №1 для давления $10 \cdot 10^5$ находим работу

$$p_2 = 10 \cdot 10^5, \text{ Па} \quad A = 272 \cdot 103, \text{ Дж/м}^3$$

$$\eta_k = 0,78$$

$$\eta_n = 0,95$$

$$P_{\text{дв}} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт}$$

$$k_3 = 1,05$$

$$P_{\text{дв}} = 1,05 \times \frac{20 \times 272 \times 10^3 \times 10^{-3}}{60 \times 0,78 \times 0,095} = 128,48 \text{ кВт}$$

$$\omega = 2\pi n \frac{1}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$\omega_{\text{тр}} = 103, \text{ рад/с}$$

$$n = \frac{w \cdot 30}{\pi} = \frac{103 \cdot 30}{3,14} = 983,58 \text{ об/мин}$$

$P=?$, $I=?$ $n=?$

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель типа 4А315, 132 кВт, 980 об/мин, 380 В, cosφ 0,74. После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

$$I_n = P_{ном} / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi = 132 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,74 = 65,6 \text{ А}$$

Расчёт и выбор электродвигателя вентилятора.

Мощность электродвигателя вентилятора $P_{дв}$, кВт, можно вычислить по формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_v \times \eta_n} . \text{ кВт (1)}$$

где Q - производительность вентилятора, м³/с;

H - напор (давление) воздуха (газа), Па;

η_v - КПД вентилятора, равный 0,5 – 0,85 для осевых, 0,4 – 0,7 для центробежных вентиляторов;

η_n - КПД механической передачи;

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,1 – 1,2 при мощности больше 5 кВт, 1,5 – при мощности до 2 кВт и 2,0 – при мощности до 1 кВт.

Номинальный момент двигателя определяется по формуле:

$$M_{ном} = P_{ном} \cdot 103 / \omega_{ном}, \text{ Н}\cdot\text{м (2)}$$

где $\omega_{ном}$ – номинальная скорость вращения, рад/с.

Производительность вентилятора определяется по формуле:

$$Q_{ном} = c \times \omega_{ном}, \text{ м}^3/\text{с}; \text{ (3)}$$

где c – постоянный коэффициент.

Для определения момента при различной производительности можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$Q_{ном} / Q_1 = \omega_{ном} / \omega_1; \text{ (4)}$$

$$\omega_1 = \omega_{ном} \cdot Q_1 / Q_{ном}$$

Пример расчёта.

Дано:

$$Q_{\text{НОМ}} = 3, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{\text{НОМ}} = 570, \text{ Па}$$

$$\eta_{\text{в}} = 0,64$$

$$\eta_{\text{п}} = 1,0$$

$$\omega_{\text{НОМ}} = 100 \text{ рад/с}$$

$$k_3 = 1,1$$

$$Q_1 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_2 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P=?, I=? n=? \omega_1=?$$

$$\omega_2=? M_1=? M_2=?$$

Решение:

Определяем требуемую мощность двигателя

$$P_{\text{дв}} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_{\text{в}} \times \eta_{\text{п}}} = 1,1 \times \frac{3 \times 570 \times 10^{-3}}{0,64 \times 1,0} \approx 2,939 \text{ кВт}$$

Определяем номинальный момент

$$M_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} \times 10^3 / \omega_{\text{НОМ}} = 3,0 \times 10^3 / 100 = 30,0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{НОМ}} \times Q_1 / Q_{\text{НОМ}} = 100 \times 2,6 / 3 = 86,7 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \omega_{\text{НОМ}} \times Q_2 / Q_{\text{НОМ}} = 100 \times 2,8 / 3 = 93,5 \text{ рад/с}$$

Определяем мощность при различной производительности и скорости :

$$P_1 = 1,1 \times 2,6 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,547 \text{ кВт},$$

$$P_2 = 1,1 \times 2,8 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,743 \text{ кВт},$$

Определяем момент при различных мощностях:

$$M_1 = P_1 \times 10^3 / \omega_1 = 2,547 \times 10^3 / 86,7 = 29,3, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = P_2 \times 10^3 / \omega_2 = 2,743 \times 10^3 / 93,5 = 29,3, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вывод – при изменении производительности изменяется мощность и скорость

вращения, а момент на валу не изменяется.

Определяем требуемые обороты двигателя в об/мин,

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель.

После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

2.2.2. План работы

1. Записать тему и цель работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Выполнить расчеты и выбрать двигатель для задания 1 и задания 2 в соответствии с заданным вариантом.

2.2.3. Задания для выполнения практической

Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Дано:	Дано:	Дано:
$Q = 30, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 50, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 35, \text{ м}^3/\text{мин}$
$p_2 = 7,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 5,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 6,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$
$\eta_k = 0,75$	$\eta_k = 0,6$	$\eta_k = 0,8$
$\eta_n = 0,91$	$\eta_n = 0,92$	$\eta_n = 0,93$
$k_3 = 1,1$	$k_3 = 1,12$	$k_3 = 1,11$
$\omega_{тр} = 105, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 157, \text{ рад/с}$	$\omega_{тр} = 104, \text{ рад/с}$
$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: «Устройство и принципа действия электрических печей»

Цель работы: Изучить устройство и принципа действия электрических печей.

2.2.1. Общие методические указания

Компрессор - устройство промышленного применения для сжатия и подачи воздуха и других газов под давлением. Устройство поршневого компрессора рисунок 1.

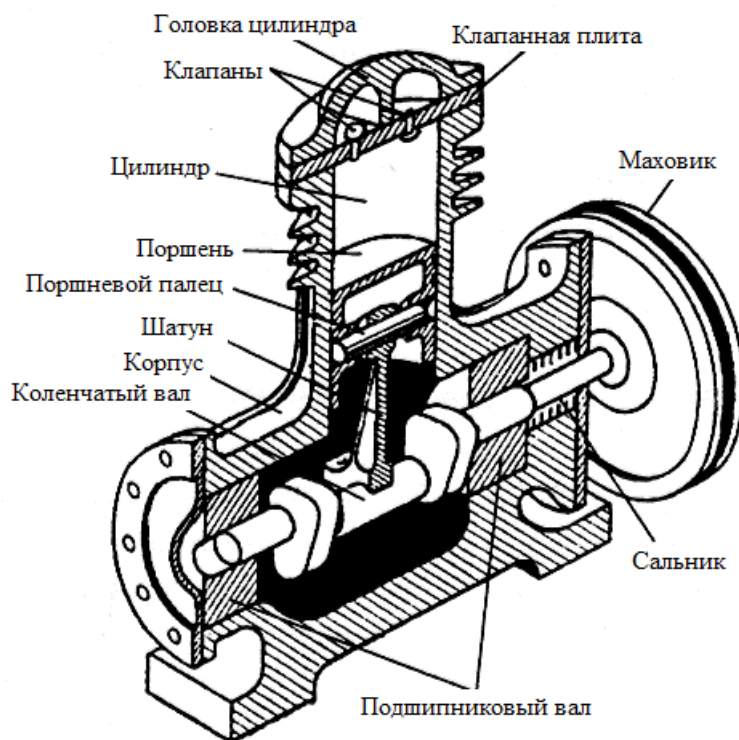


Рисунок 2.2.1 Устройство поршневого компрессора

Поршень в компрессорной головке создает давление за счет возвратно-поступательных движений. Кстати, самый простой поршневой компрессор - только поршень и цилиндр - велосипедный насос.

Основные части поршневого компрессора:

- компрессорная головка;
- ресивер;
- двигатель (электро-, бензо- или дизельный).

Основная работа происходит именно в компрессорной головке. Она состоит из:

- цилиндра с поршнем;
- шатуна;
- коленчатого вала;
- впускного и выпускного клапанов;
- маховика;
- сальника.

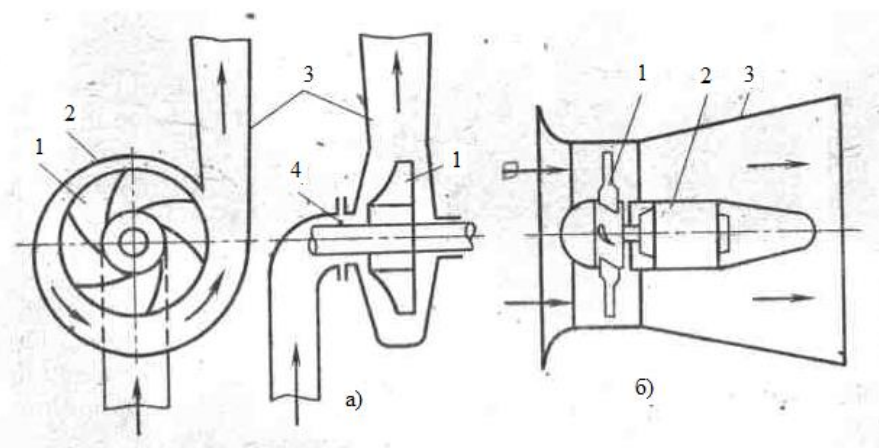
Через впускной клапан воздух всасывается в цилиндр, там поршень сжимает его, и уже сжатый газ выходит через выпускной клапан, попадая в «резервуар для хранения» – ресивер.

Инженерное оборудование жизнеобеспечения промышленных зданий и сооружений включает в себя в том числе и вентиляторы, используемые в системах вентиляции для создания обмена и кондиционирования воздуха, который необходим для обеспечения воздушной среды благоприятной для жизнедеятельности человека или для технологических целей производства. Вентилятор представляет собой электромеханическую машину с лопастями, перемещающую воздух и другие газопаровоздушные смеси.

Подача и вытяжка воздуха осуществляются вентиляторами по воздуховодам вентиляционной сети или напрямую в помещение и из помещения непосредственно через оконные, стеновые или потолочные проёмы.

Каждый вентилятор должен преодолеть сопротивление вентиляционной сети, создаваемое изгибами воздуховодов и вентиляционным оборудованием (клапаны, заслонки, фильтры, шумоглушители и т.п.). Это сопротивление вызывает перепад давления, и величина этого давления является решающим фактором при выборе вентилятора. В зависимости от величины полного давления, создаваемого вентилятором при перемещении воздуха, их подразделяют на вентиляторы низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (от 1000 Па до 3000 Па) и высокого давления (свыше 3000 Па).

По конструкции и принципу действия вентиляторы можно подразделить на два основных вида: осевые (аксиальные) и радиальные (центробежные), рисунок 4.



а) центробежный тип

б) осевой тип

Рисунок 2.2.2. Схемы вентиляторов

По конструкции вентиляторы делятся на центробежные и осевые. Они выпускаются в нескольких исполнениях в зависимости от направления выхода воздуха, (вверх, вниз, горизонтально и т.д.) и направления вращения. Рабочее колесо 1 центробежного вентилятора (рис.1, а) вращается в кожухе 2. Воздух засасывается через боковое отверстие 4 кожуха и выбрасывается через выходной раструб 3. Осевой вентилятор (рис.1, б) имеет рабочее колесо с несколькими лопатками 7, сходными по форме с лопатками воздушного или гребного винта. Колесо вращается электродвигателем 2, укрепленным внутри корпуса 3, и создается тяга (поток) воздуха через раструб вентилятора.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях получили центробежные вентиляторы. Они имеют такую же, как и центробежные компрессоры, зависимость статической мощности на валу от скорости называемую вентиляторной характеристикой. Момент на валу вентилятора изменяется пропорционально квадрату скорости, а производительность вентилятора пропорциональна угловой скорости в первой степени.

В осевом вентиляторе поток воздуха, поступающий во вращающееся рабочее колесо, не изменяет своего направления и проходит вдоль оси вращения, а в радиальном вентиляторе изменяет направление движения с осевого на радиальное (отклоняется на 90°).

В зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения радиальные вентиляторы подразделяются на:

Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Коррозионностойкие из нержавеющей стали для агрессивных сред.

Применяются для перемещения агрессивных невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Взрывозащищённые из разнородных металлов, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (II А, II В категорий) с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C (кроме вентиляторов из алюминиевых сплавов), не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Теплостойкие (жаростойкие) из углеродистой стали, из разнородных металлов, из нержавеющей стали в обыкновенном или взрывозащищённом исполнении для обычных или агрессивных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред, взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий), агрессивных сред и агрессивных взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 200°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Пылевые из углеродистой стали, из нержавеющей стали для пылевоздушных сред.

Применяются для перемещения невзрывоопасных пылевоздушных смесей с содержанием пыли и других механических твёрдых примесей в количестве 1 кг/м³ при отсутствии липких веществ и волокнистых материалов.

Тягодутьевые машины: дымососы и дутьевые вентиляторы для котельных.

Дымососы котельные предназначены для отсасывания дымовых газов из топок котельных агрегатов с температурой до 200°C. Вентиляторы дутьевые котельные предназначены для подачи воздуха в топку котельных агрегатов с температурой до 80°C.

Противопожарные: дымоудаления для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов.

По направлению вращения рабочего колеса радиальные вентиляторы бывают правого вращения или левого вращения. У вентилятора правого вращения рабочее колесо вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны всасывания воздуха, и у вентилятора левого вращения рабочее колесо вращается против часовой стрелки.

Радиальные вентиляторы имеют корпус спиральный поворотный с различным положением корпуса: 0°, 45°, 90°, 135°, 270°, 315°.

Осевые вентиляторы, в зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения, подразделяются на:

1) Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

2) Взрывозащищённые из разнородных металлов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

3) Противопожарные: дымоудаления и подпора воздуха (противодымные) для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до

600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов. Вентиляторы подпора воздуха предназначены для подачи воздуха и создания избыточного давления и предотвращения проникновения дыма в лестничные клетки, тамбуры-шлюзы, шахты лифтов, что даёт возможность эвакуации людей при пожаре.

Расчёт и выбор электродвигателя поршневого компрессора

Для механизмов компрессоров типичен продолжительный режим работы, поэтому их электроприводы, как правило, нереверсивные с редкими пусками. Они имеют небольшие пусковые статические моменты – до 20 – 25% от номинального.

Поскольку поршневой компрессор при работе создаёт на валу периодически изменяющийся момент сопротивления (ударную нагрузку), это вызывает колебания ротора двигателя. Чтобы уменьшить такие колебания для привода поршневых компрессоров чаще всего применяют тихоходные двигатели (ω_0 до 26,2 – 31,4 рад/с) с большой перегрузочной способностью, повышенным моментом инерции ротора.

При выборе мощности двигателя для компрессоров требуемую мощность двигателя $P_{дв}$ находят по мощности на валу механизма с учетом потерь в промежуточных механических передачах.

Мощность двигателя поршневого компрессора $P_{дв}$, кВт, определяется по следующей формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $P_{дв}$ – мощность двигателя поршневого компрессора, кВт;

Q – производительность (подача) компрессора, м³/с;

$A = (A_{и} + A_{а})/2$ – работа, Дж/м³, изотермического и адиабатического сжатия 1м³ атмосферного воздуха давлением $p_1 = 1,01 \cdot 10^5$ Па до требуемого давления p_2 , Па; для давлений до $10 \cdot 10^5$ Па значения A указаны ниже:

$P_2, 10^5$ Па	3	4	5	6	7	8	9	10
$A, 10^{-3}$ Дж/м ³	132	164	190	213	230	245	260	272

η_k - индикаторный КПД компрессора, учитывающий потери мощности при реальном процессе сжатия воздуха и равный 0,6 – 0,8;

η_n - КПД механической передачи между компрессором и двигателем, его значения лежат в пределах 0,9 – 0,95.

k_z - коэффициент запаса, равный 1,05 – 1,15 и учитывающий не поддающиеся расчету факторы.

Пример расчёта.

Дано:

Решение

$$Q = 20 \text{ м}^3/\text{мин};$$

По таблице №1 для давления $10 \cdot 10^5$ находим работу

$$p_2 = 10 \cdot 10^5, \text{ Па} \quad A = 272 \cdot 103, \text{ Дж/м}^3$$

$$\eta_k = 0,78$$

$$\eta_n = 0,95 \quad P_{\text{дв}} = k_z \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт}$$

$$k_z = 1,05 \quad P_{\text{дв}} = 1,05 \times \frac{20 \times 272 \times 10^3 \times 10^{-3}}{60 \times 0,78 \times 0,095} = 128,48 \text{ кВт}$$

$$\omega_{\text{тр}} = 103, \text{ рад/с} \quad \omega = 2\pi n \frac{1}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$n = \frac{\omega \cdot 30}{\pi} = \frac{103 \cdot 30}{3,14} = 983,58 \text{ об/мин}$$

$P=?$, $I=?$ $n=?$

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель типа 4А315, 132 кВт, 980 об/мин, 380 В, $\cos \phi$ 0,74. После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

$$I_n = P_{\text{ном}} / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi = 132 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,74 = 65,6 \text{ А}$$

Расчёт и выбор электродвигателя вентилятора.

Мощность электродвигателя вентилятора $P_{дв}$, кВт, можно вычислить по формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_v \times \eta_n} . \text{ кВт} \quad (1)$$

где Q - производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H - напор (давление) воздуха (газа), Па;

η_v - КПД вентилятора, равный 0,5 – 0,85 для осевых, 0,4 – 0,7 для центробежных вентиляторов;

η_n - КПД механической передачи;

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,1 – 1,2 при мощности больше 5 кВт, 1,5 – при мощности до 2 кВт и 2,0 – при мощности до 1 кВт.

Номинальный момент двигателя определяется по формуле:

$$M_{ном} = P_{ном} \cdot 103 / \omega_{ном}, \text{ Н}\times\text{м} \quad (2)$$

где $\omega_{ном}$ – номинальная скорость вращения, рад/с.

Производительность вентилятора определяется по формуле:

$$Q_{ном} = c \times \omega_{ном}, \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3)$$

где c – постоянный коэффициент.

Для определения момента при различной производительности можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$Q_{ном} / Q_1 = \omega_{ном} / \omega_1; \quad (4)$$

$$\omega_1 = \omega_{ном} \times Q_1 / Q_{ном}$$

Пример расчёта.

Дано:

$$Q_{ном} = 3, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{ном} = 570, \text{ Па}$$

$$\eta_v = 0,64$$

$$\eta_n = 1,0$$

$$\omega_{ном} = 100 \text{ рад/с}$$

$$k_3 = 1,1$$

$$Q_1 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_2 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P=? , I=? n=? \omega_1=?$$

$$\omega_2=? M_1=? M_2=?$$

Решение:

Определяем требуемую мощность двигателя

$$P_{\text{дв}} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_{\text{в}} \times \eta_{\text{п}}} = 1,1 \times \frac{3 \times 570 \times 10^{-3}}{0,64 \times 1,0} \approx 2,939 \text{ кВт}$$

Определяем номинальный момент

$$M_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} \times 10^3 / \omega_{\text{ном}} = 3,0 \times 10^3 / 100 = 30,0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{ном}} \times Q_1 / Q_{\text{ном}} = 100 \times 2,6 / 3 = 86,7 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \omega_{\text{ном}} \times Q_2 / Q_{\text{ном}} = 100 \times 2,8 / 3 = 93,5 \text{ рад/с}$$

Определяем мощность при различной производительности и скорости :

$$P_1 = 1,1 \times 2,6 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,547 \text{ кВт},$$

$$P_2 = 1,1 \times 2,8 \times 570 \times 10^{-3} / 0,64 \times 1,0 = 2,743 \text{ кВт},$$

Определяем момент при различных мощностях:

$$M_1 = P_1 \times 10^3 / \omega_1 = 2,547 \times 10^3 / 86,7 = 29,3, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_2 = P_2 \times 10^3 / \omega_2 = 2,743 \times 10^3 / 93,5 = 29,3, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Вывод – при изменении производительности изменяется мощность и скорость

вращения, а момент на валу не изменяется.

Определяем требуемые обороты двигателя в об/мин,

По таблицам, указанным в приложении , выбираем электродвигатель.

После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

2.2.2. План работы

1. Записать тему и цель работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.

3. Выполнить расчеты и выбрать двигатель для задания 1 и задания 2 в соответствии с заданным вариантом.

2.2.3. Задания для выполнения практической

Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15
Дано:	Дано:	Дано:
$Q = 12, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 40, \text{ м}^3/\text{мин}$	$Q = 160, \text{ м}^3/\text{мин}$
$p_2 = 5,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 6,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$p_2 = 7,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$
$\eta_k = 0,75$	$\eta_k = 0,78$	$\eta_k = 0,8$
$\eta_n = 0,9$	$\eta_n = 0,92$	$\eta_n = 0,95$
$k_3 = 1,1$	$k_3 = 1,12$	$k_3 = 1,12$
$\omega_{\text{тр}} = 104, \text{ рад/с}$	$\omega_{\text{тр}} = 102, \text{ рад/с}$	$\omega_{\text{тр}} = 157, \text{ рад/с}$
$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$	$U = 380 \text{ В}$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Устройство и принципа действия сварочных аппаратов»

Цель работы: Изучить устройство и принципа действия сварочных аппаратов

2.3.1. Общие методические указания

Компрессорные установки небольшой производительности, потребители которых работают с переменным расходом сжатого воздуха, могут оборудоваться двумя параллельно включенными компрессорами. На рис. 2 приведена технологическая схема установки с компрессорами 2, 6, приводимыми в движение асинхронными к.з. двигателями 1 и 7.

Сжатый воздух от компрессоров по трубопроводу 4 через воздухохоборник (ресивер) 8 поступает к потребителям по магистрали 9. Воздухохоборник сглаживает пульсации подачи воздуха из компрессоров и поддерживает постоянным давление в питающей магистрали. Обратные клапаны 3 и 5 исключают работу одного компрессора на другой при разнице мгновенных

значений давлений, создаваемых компрессорами. Для измерения давления и автоматического управления приводными двигателями компрессоров используют два электроконтактных манометра $M_{н1}$ и $M_{н2}$, подвижные контакты которых установлены на определенные верхние и нижние пределы давлений в воздухохборнике. При давлении, равном верхнему пределу, срабатывает контакт $M_{в1}$. Нижние пределы давления, при которых срабатывают контакты манометров, устанавливаются различными. Давление, при котором замыкается контакт $M_{н1}$, несколько выше давления срабатывания контакта $M_{н2}$. Схемой управления компрессорной установкой предусмотрено отключение электродвигателей компрессоров при повышении давления в воздухохборнике до верхнего предела, а при снижении давления до нижнего предела вначале включается один компрессор и, если после этого давление будет продолжать снижаться, вступает в действие второй.

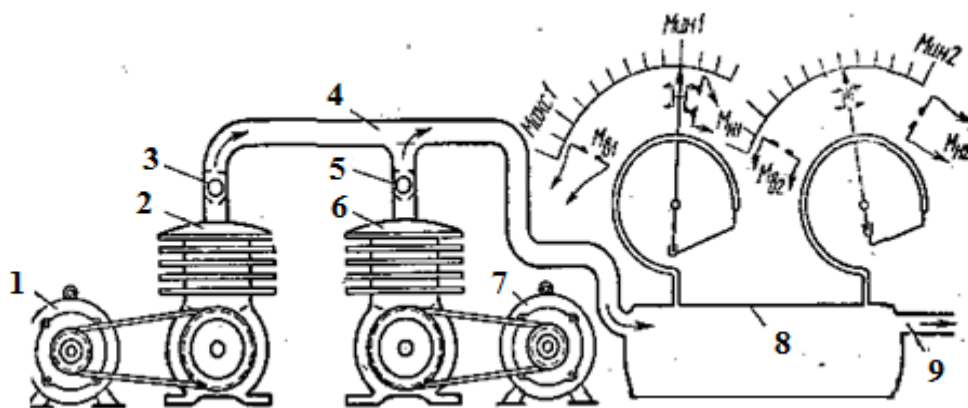


Рисунок 2.3.1. Технологическая схема компрессорной установки

2.1.2. План работы

1. Записать тему и цель работы.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Нарисовать схему рисунок 2.3.2 и 2.3.3.
4. Дать описание схем.

2.1.3. Задания для выполнения практической

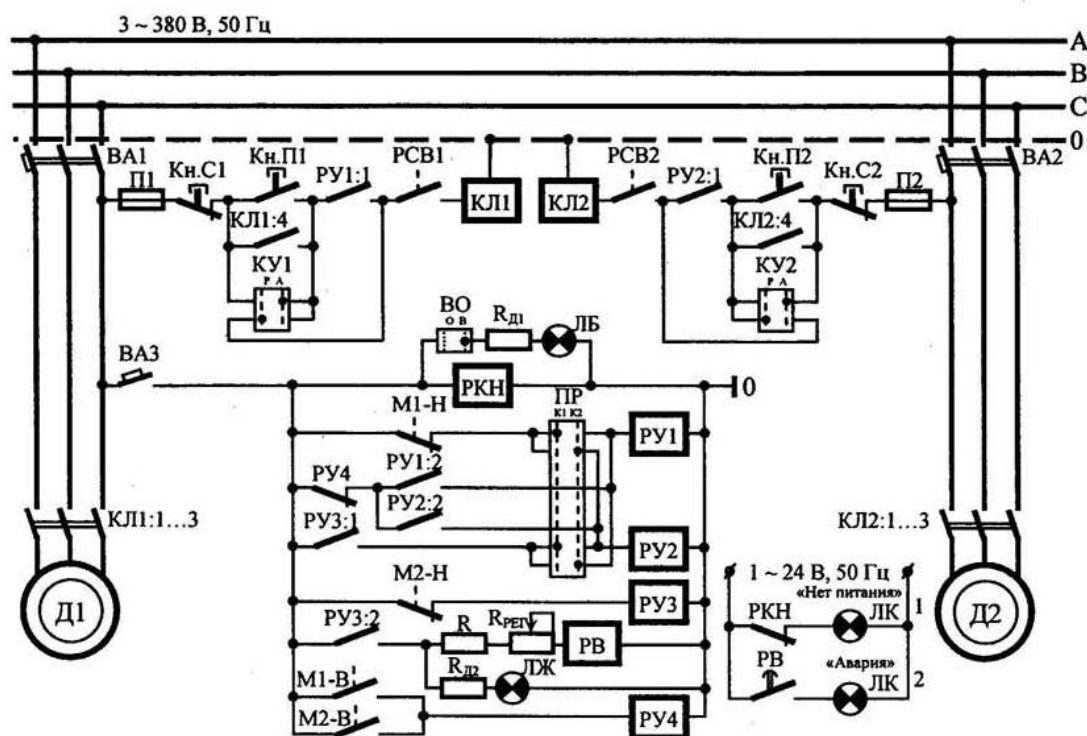


Рисунок 2.3.2. Принципиальная электрическая схема

автоматического управления электроприводом компрессорной установки

Основные элементы схемы.

Д1, Д2 — приводные АД КУ 1 и КУ2,

КЛ1, КЛ2 — контакторы линейные,

РКН — реле контроля напряжения в цепях управления,

РУ1, РУ2 — реле управления пуском и остановкой Д1, Д2;

РУЗ — реле управления подключением второй КУ при работающей одной КУ, если она не справляется, а давление снизилось до минимального значения (М2-Н),

РУ4 — реле управления остановкой обоих КУ при повышении давления до верхнего предела (М1-В, М2-В),

РВ— реле времени, обеспечивает выдержку времени, необходимую для повышения давления выше минимального, при работе КУ1 и КУ2 одновременно.

R, R_{д1}, R_{д2}, R_{рег} — ограничительные и регулировочные резисторы.

PCB1, PCB2 — реле струйные водяной магистрали, для контроля протока воды.

Органы управления.

КУ1, КУ2 — ключи управления. Для выбора режима управления («Р» — ручной, «А» — автоматический).

ПР — переключатель режимов, для выбора КУ, включаемой первой («К1» — «К2»).

Кн.П1, Кн.П2, Кн.С1, Кн.С2 — кнопки «пуск» и «стоп»

В — выключатель сигнальной лампы ЛБ «питание цепей управления».

М1 (М1-Н, М1-В), М2 (М2-Н, М2-В) — манометры электроконтактные, для автоматического управления пуском и остановкой КУ 1 и КУ2.

Режимы работы:

КУ — «А» — «автоматическое управление», основной режим.

КУ — «Р» — «ручное управление», резервный режим

Работа схемы.

Исходное состояние.

Поданы все виды питания (включены ВА1, ВА2, ВА3).

Органы управления установлены в положения: КУ1 — «А», КУ2 — «А», ПР — «К1», В — «включено».

При этом:

РКН ↑ — размыкается цепь аварийно-предупредительной сигнализации ЛК1 «Нет питания» (РКН) на пульте.

— горит сигнальная лампа ЛБ «питание цепей управления».

Обслуживающие системы и устройства в работе (PCB1 и PCB2 замкнуты).

Давление сжатого воздуха в магистрали не менее нижнего предела (М1-Н и М2-Н разомкнуты).

Компрессоры остановлены, находятся в ждущем режиме, идет потребление воздуха.

Автоматический пуск.

Давление в магистрали снизилось до нижнего предела (М1-Н замкнут), собирается цепь **ПУ1**.

ПУ1 ↑ — собирается цепь **КЛ1** (ПУ1:1),
— становится на самопитание (ПУ1:2).

КЛ1 ↑ — подключается к сети Д1 (КЛ1:1...3), пускается,
— становится на самопитание (КЛ1:4).

В работе КУ1, давление повышается (М1-Н размыкается), компрессор справляется.

Если один компрессор не справляется, то давление воздуха в магистрали продолжает снижаться (М2-Н замкнется), собирается цепь **ПУ3**.

ПУ3 ↑ — собирается цепь **ПУ2** (ПУ3:1),
— собирается цепь **РВ** (ПУ3:2), приводится в действие.

ПУ2 ↑ — собирается цепь **КЛ2** (ПУ2:1),
— становится на самопитание (ПУ2:2).

КЛ2 ↑ — подключается к сети Д2 (КЛ2:1...3), пускается,
— становится на самопитание (КЛ2:4).

В работе оба компрессора, давление воздуха повышается (М2-Н, а затем М1-Н размыкаются), **ПУ3** ↓, цепь **РВ** разомкнется, **РВ** выводится из действия. Компрессоры справляются.

Автоматическая остановка.

Если один работающий компрессор справляется, то он будет работать до повышения давления в магистрали до верхнего предела (М1-В или М2-В замкнутся), собирается цепь **ПУ4**.

ПУ4 ↑ — разомкнется цепь **ПУ1** и **ПУ2** (ПУ4).

При работе только КУ1.

ПУ1 ↓ — разомкнется цепь **КЛ1** (ПУ1:1),
— разомкнется цепь самопитания (ПУ1:2).

КЛ1 ↓ — отключится от сети Д1 (КЛ1:1...3) и остановится,
— разомкнется цепь самопитания (КЛ1:4).

При работе только КУ2.

ПУ2 ↓ — разомкнется цепь **КЛ2** (ПУ2:1),
— разомкнется цепь самопитания (ПУ2:2).

КЛ2 ↓ — отключится от сети Д2 (КЛ2:1...3) и остановится,
— разомкнется цепь самопитания (КЛ2:4).

Если оба работающих компрессора справляются, то они отключаются одновременно по такой же логической схеме.

Ручное управление.

Применяется при выходе из строя автоматики, которая отключается.

При этом:

КУ1 — «Р», КУ2 — «Р», ВА3 отключен, ЛБ погашена.

Управление КУ от кнопок «Пуск» (Кн.П1, Кн.П2) и «Стоп» (Кн.С1, Кн.С2), контроль за давлением в магистрали — визуальный.

Элементы схемы при замыкании и размыкании цепей срабатывают аналогично.

«Ручное управление» возможно как с местного поста, так и дистанционно с пульта (при наличии дублирующих Кн.П и Кн.С).

Защита, блокировки.

- Силовая сеть Д1 и Д2 — от токов КЗ и перегрузки (ВА1 и ВА2 с комбинированными расцепителями).
- Цепи управления двигателями — от токов КЗ (П1 и П2).
- Цепи автоматики — от токов КЗ (ВА3 с максимальным расцепителем).
- Запрет на «Пуск», если нет протока охлаждающей воды (РСВ1 и РСВ2).

Сигнализация:

- ЛК1 «Нет питания» в цепях автоматического управления (РКН), ЛК2 «Авария», оба компрессора не справляются за установленное время, давление в магистрали ниже нормы (РВ).
- ЛЖ предупредительный сигнал о снижении давления в ресиверах при управлении с местного поста (РВ).
- ЛБ лампа белая, контроль наличия напряжения в цепях управления.

Питание цепей.

3 ~ 380 В, 50 Гц — силовая сеть.

1 ~ 220 В, 50 Гц — цепи управления и автоматики.

1 ~ 24 В, 50 Гц — цепи пультовой сигнализации.

Схема управления электроприводом компрессорной установки приведена на рис. 3. Двигатели М1 и М2 включаются в сеть контакторами К1, К2 через автоматы ВА1, ВА2, имеющие тепловую и максимальную защиту. Управление компрессорами может быть ручным и автоматическим. При ручном управлении двигатели включаются и отключаются универсальными переключателями ПУ1 и ПУ2, контакты которых введены в цепь катушек контакторов К1 и К2. При автоматическом управлении К1 и К2 включаются промежуточными реле Р1 и Р2. Если давление в магистрали равно верхнему пределу, оба двигателя отключены. При снижении давления до величины нижнего предела,

измеряемого первым манометром, его контакт M_{H1} (см. рис. 3) замкнется в цепи катушки реле P1, которое включит двигатель M1. (рис. 3). В результате работы компрессора давление будет расти. Однако реле P1 останется включенным, так как цепь контакта M_{H1} будет шунтирована размыкающим контактом реле отключения РО и замкнувшимся контактом реле P1. При повышении давления до верхнего предела замкнется контакт манометра M_{B1} , который включит реле РО, и через P1 и K1 отключит двигатель первого компрессора.

Если же расход воздуха в магистрали окажется больше производительности первого компрессора, давление будет продолжать снижаться и при достижении нижнего (минимального) предела, измеряемого манометром M_{H2} , замкнется контакт M_{H2} , который через промежуточное реле P3 включит контактор K2 двигателя второго компрессора. Оба компрессора будут работать, пока давление не достигнет верхнего предела, при котором контакт M_{B1} , замкнувшись, включит реле РО. Последнее через P1, P2 и контакторы K1, K2 отключит двигатели M1 и M2.

Схемой предусмотрена аварийная сигнализация. Если при двух работающих компрессорах давление в магистрали продолжает падать, то при замкнутом контакте M_{H2} останется включенным реле P3. При этом загорится сигнальная лампа ЛС, а через время, определяемое выдержкой реле РВ, включится сирена Ср.

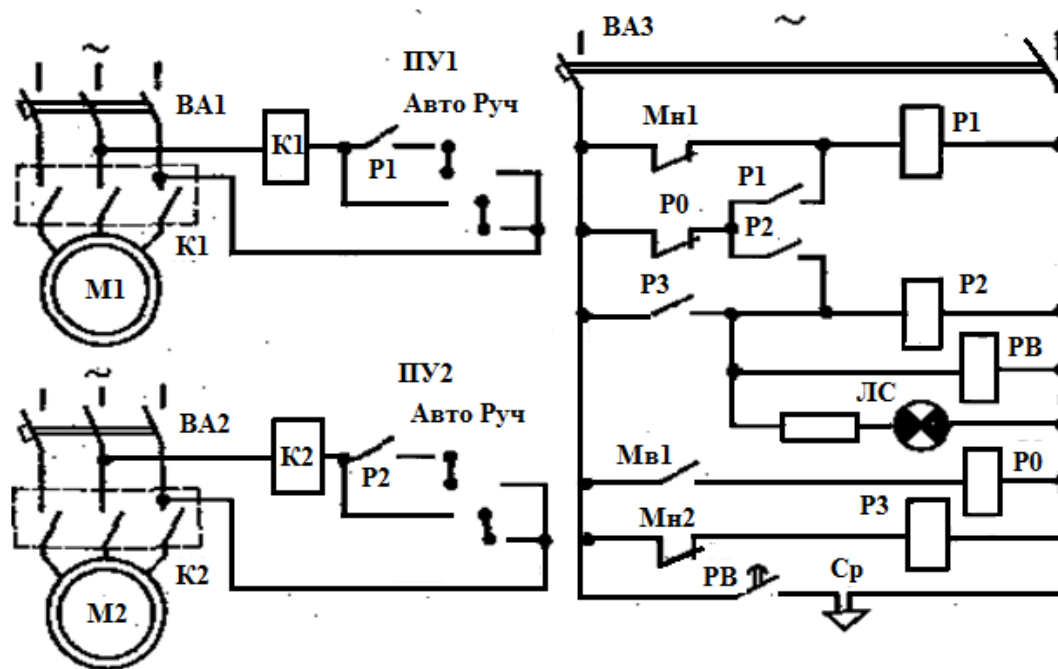


Рисунок 2.3.3. Схема управления электроприводом компрессорной установки

2.3.4. Контрольные вопросы

1. Назначение компрессоров.
2. Приведите классификацию компрессоров

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: «Устройство и принципа действия сварочных аппаратов»

Цель: Приобрести навыки по выбору оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий.

Исходные материалы и данные:

1. Чертеж конструкции.
2. Описание, чертежи и технические данные оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий.

Литература:

1. Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов - М: Академия, 2009.

Состав задания: подобрать оборудование для установки и перемещения конструкции.

Вопросы для повторения:

1. Виды оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий. [1], стр. 85
2. Преимущества и недостатки оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий. [1], стр. 91

Ход работы

1. Произвести выбор оборудования для установки и перемещения конструкции.
2. Записать устройство и технические данные оборудования для установки и перемещения конструкции.
3. Вычертить кинематическую схему механизма вращения оборудования для установки и перемещения конструкции.
4. Составить схему распределения нагрузок при работе оборудования для установки и перемещения конструкции.

Контрольные вопросы:

1. Устройство оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий.
2. Принцип работы оборудования для установки и перемещения свариваемых изделий.

Отчет по работе должен содержать:

1. Номер работы, тему, цель работы, исходные материалы и данные.
2. Используемую литературу и другие источники.

3. Тип и марку оборудования.
4. Устройство и технические данные оборудования для установки и перемещения конструкции.
5. Кинематическую схему механизма вращения оборудования.
6. Схему распределения нагрузок при работе оборудования.
7. Вывод по работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: «Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов»

Цель работы: Изучить принципиальные структурные схемы конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов

3. Оборудование, учебная литература, макеты используемые при выполнении практической работы:

Видеопроектор, ноутбук, видеофильм по башенным и козловым кранам, учебники: Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов», учебные краны КБ- 572, ККС-10, плакаты.

4. Порядок выполнения работы:

- а) Ознакомиться с учебным материалом (учебник: Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов», стр.84,156,181).
- б) Рассмотреть на плакатах общее устройство и конструктивные схемы кранов;
- в) Просмотреть видеофильм по башенным и козловым кранам;
- г) Рассмотреть конструктивную схему башенных кранов на примере учебного крана КБ- 572, ККС-10;
- д) На рис.1 дать определение конструктивных схем грузоподъемных кранов;
- е) Написать вывод по результатам выполнения практической работы.

5. Вопросы для контроля знаний после изучения темы:

- а) Какие общие конструктивные схемы стреловых кранов вы знаете?
- б) Назначение консолей в конструктивной схеме ККС-10?
- в) Для чего необходимо многообразие конструктивных схем грузоподъемных кранов?

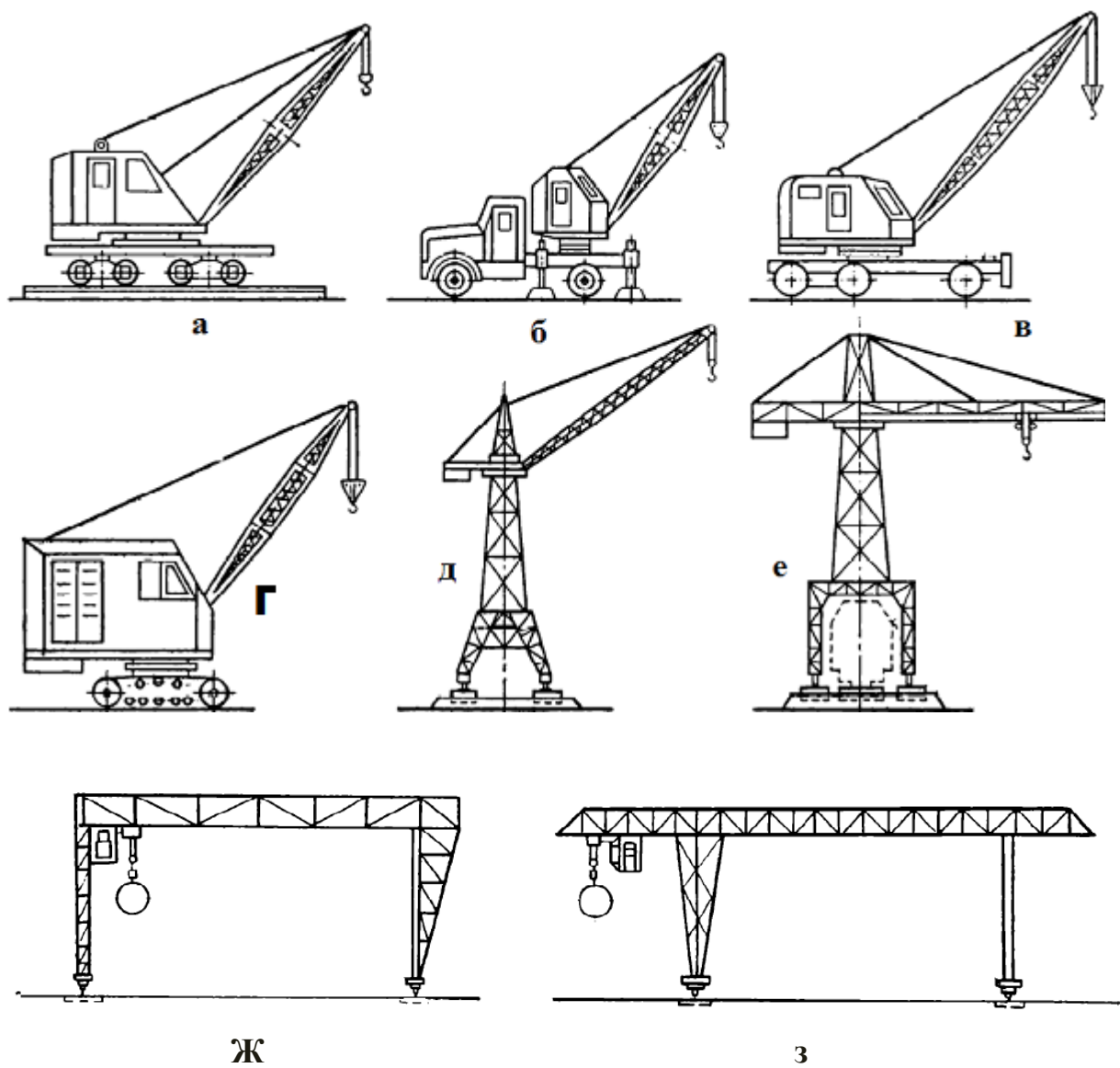


Рис.1

а)

б)

в)

г)

д)

е)

ж)

3)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: «Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов»

Цель работы: Изучение устройства подкранового пути.

3. Учебная литература, плакаты, используемые при выполнении практической работы:

учебники: Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов», видеоролик о порядке осмотра подкранового пути.

4. Порядок выполнения работы:

а) Ознакомиться с учебным материалом (Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов» стр.359-364), просмотр видеоролика.

б) Изучить устройство нижнего слоя подкранового пути (работа с учебным материалом).

в) Изучить устройство верхнего слоя подкранового пути непосредственно на производственном участке;

г) Изучить устройства безопасности, устанавливаемых на подкрановых путях;

д) Определить для каких видов кранов используются подкрановые пути, изображенные на рисунках **а); б); в).**

е) Заполните таблицу 1: “Конструкция подкранового пути”.

ж) Заполните таблицу 2: “Порядок осмотра подкранового пути”.

з) Напишите вывод по результатам выполнения практической работы.

5. Вопросы для контроля знаний после изучения темы:

а) Устройство подкранового пути?

б) Устройства безопасности, устанавливаемые вдоль подкрановых путей?

в) Порядок осмотра подкрановых путей и устройств безопасности, устанавливаемых вдоль подкрановых путей?

г) Типичные неисправности элементов подкрановых путей и устройств безопасности, устанавливаемых вдоль подкрановых путей?

6. Вывод:

В ходе практической работы обучающиеся ознакомились с назначением, устройством, порядком осмотра подкрановых путей и устройств безопасности, устанавливаемых вдоль них.

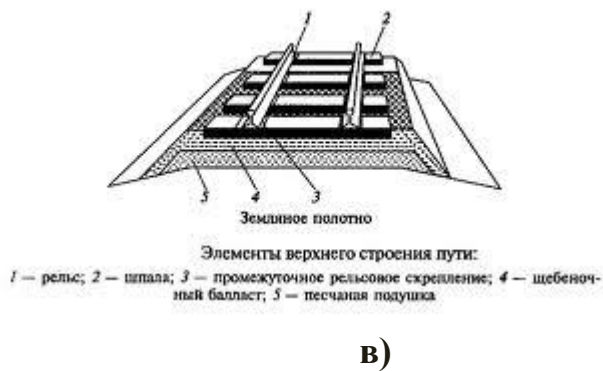
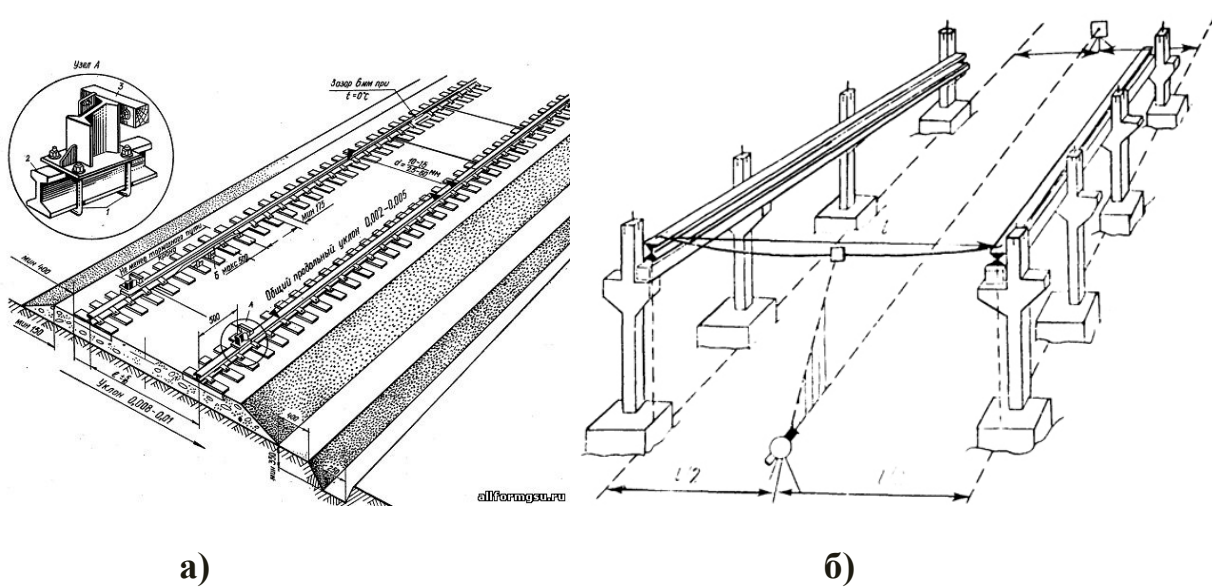


Таблица 1. “Конструкция подкранового пути”.

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Таблица 2. “Порядок осмотра подкранового пути”.

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

6.	
7.	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Тема: «Конструкции основного и вспомогательного оборудования мостовых кранов»

Цель работы: Изучить классификацию съемных грузозахватных устройств. Научиться выбирать съемные грузозахватные приспособления по назначению.

3. Оборудование, учебная литература, макеты используемый при выполнении практической работы:

Видеопроектор, ноутбук, видеофильм по съемным грузозахватным приспособлениям, учебники: Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов», плакаты, учебные пособия.

4. Порядок выполнения работы:

а) Ознакомиться с учебным материалом (учебник: Л.А. Невзоров «Устройство и эксплуатация грузоподъемных кранов», стр.214, 357-358.

б) Рассмотреть на плакатах видов устройств съемных грузозахватных приспособлений;

в) Просмотреть видеофильм по съемным грузозахватным устройствам;

г) Заполнить схему №1: Классификация съемных грузозахватных устройств;

д) На рис.1 указать основные типы стропов;

е) На рис.2 указать типы грузозахватных приспособлений;

ж) Написать вывод по результатам выполнения практической работы.

5. Вопросы для контроля знаний после изучения темы:

а) Назначение съемных грузозахватных приспособлений?

б) Какие виды съемных грузозахватных приспособлений, по конструктивному исполнению, вы знаете?

в) Перечислите грузозахватные устройства по назначению и виду груза?

г) Назовите грузозахватные устройства по способу удержания груза и по виду управления?

Классификация грузозахватных устройств и приспособлений

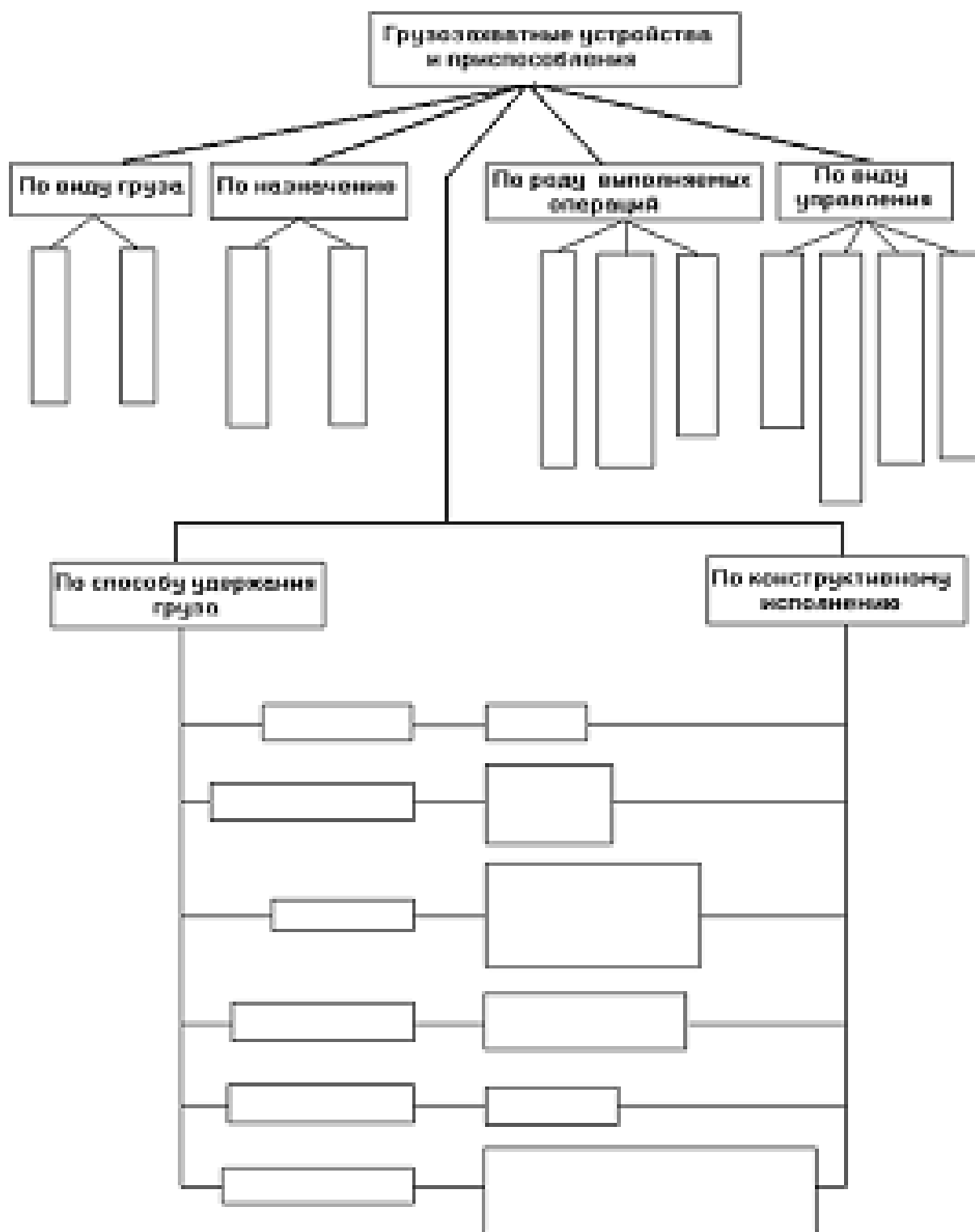


Схема 1.

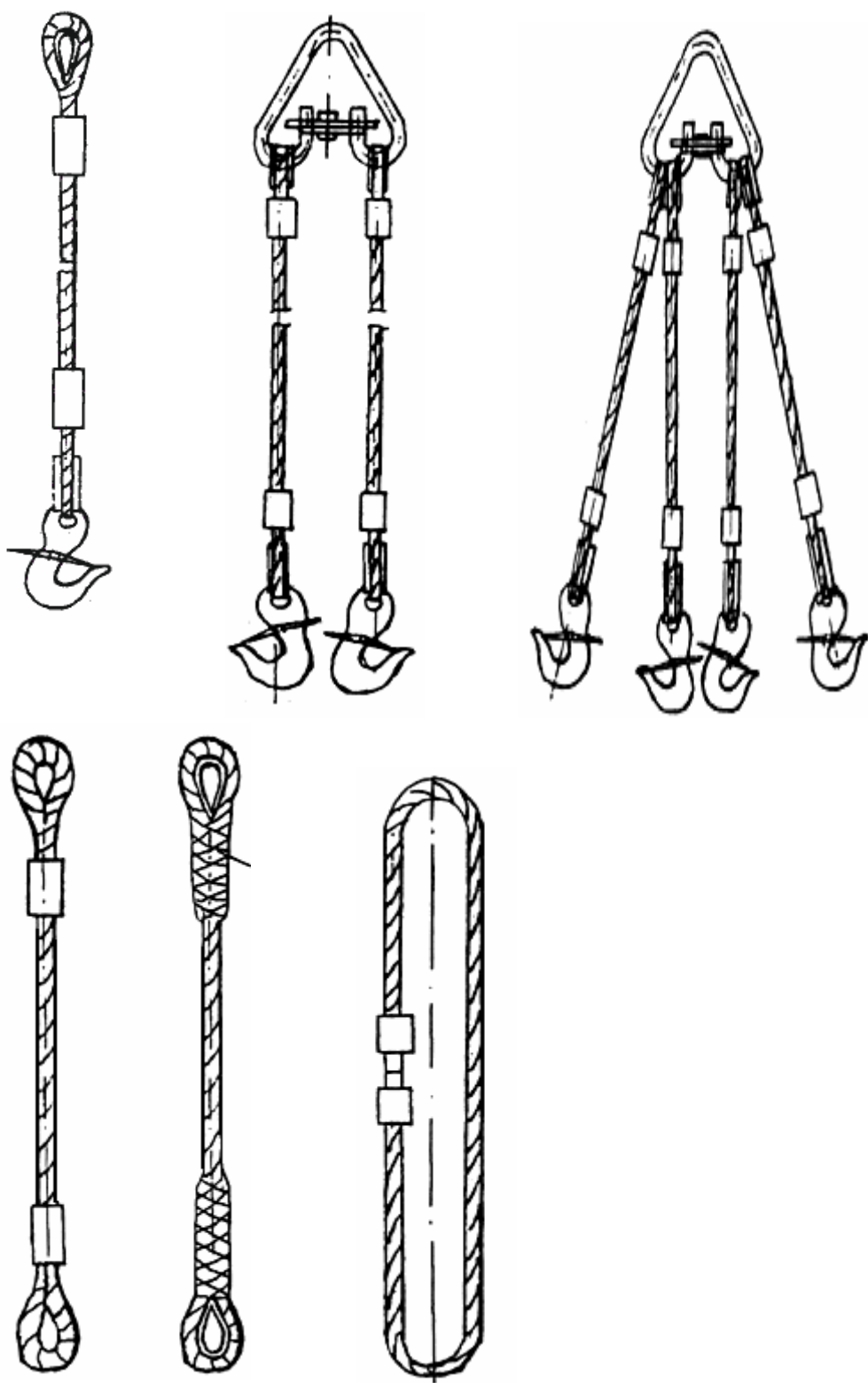
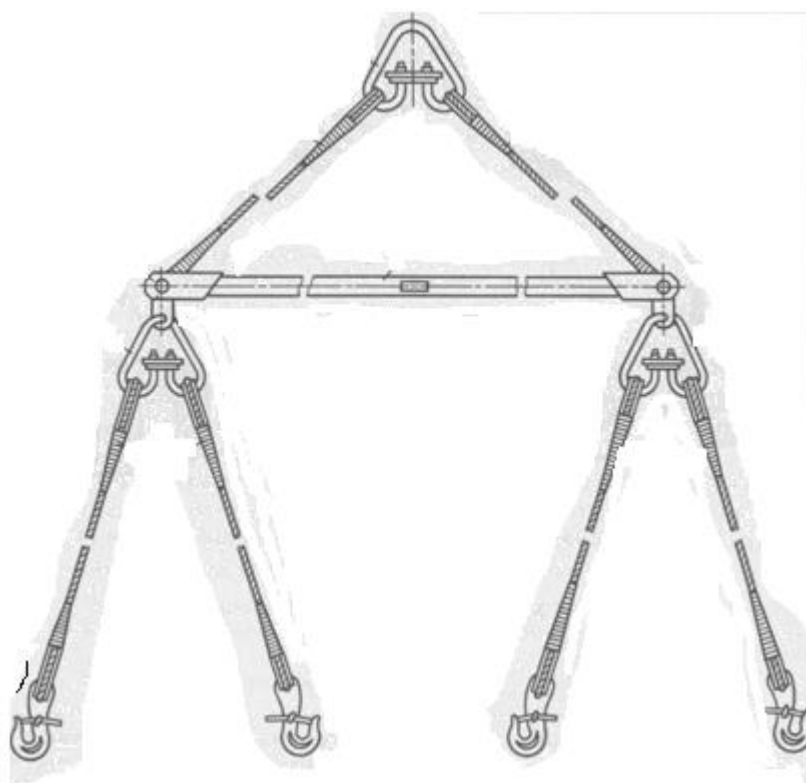
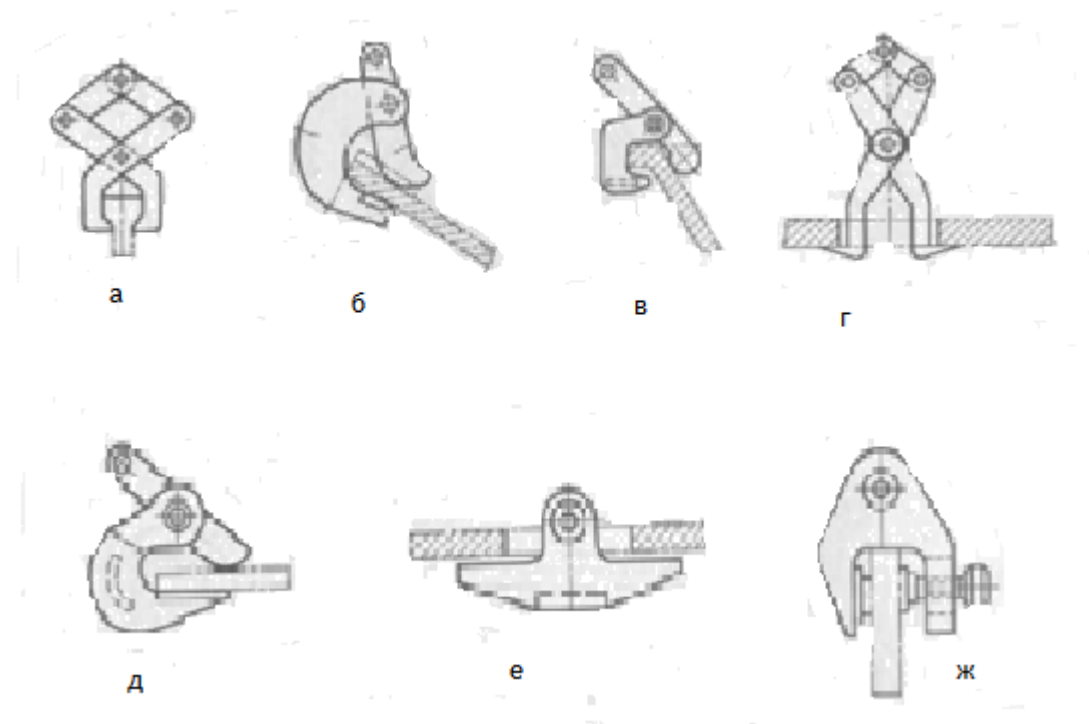


Рис.1



3
Рис.2

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: «Конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков»

Цель работы: Изучить конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков

Цели работы: изучить конструкцию и кинематические схемы универсального горизонтально-фрезерного станка 6Н81 и специализированного фрезерного станка модели СФ676; ознакомиться со съемными сборочными единицами и принадлежностями специализированного фрезерного станка модели СФ676; освоить управление станками и изучить наладку и настройку их на выполнение различных операций.

Теоретические сведения. Фрезерные станки относятся к шестой группе. Их классифицируют по типам: вертикальные и горизонтальные, консольные и бесконсольные, универсальные, продольные, непрерывного действия, копировальные, гравировальные и др. На ремонтных предприятиях применяют преимущественно горизонтальные, вертикальные и широкоуниверсальные фрезерные станки.

Горизонтально-фрезерные станки характеризуются горизонтальным расположением оси вращения шпинделя с фрезой, вертикально-фрезерные – вертикальным.

В широкоуниверсальных фрезерных станках поворотный стол расположен под углом $\pm 45^\circ$ к оси шпинделя станка.

Продольно-фрезерные станки предназначены для обработки крупных деталей, длина их стола достигает 10...16 м, имеют несколько шпинделей.

К станкам непрерывного действия относятся карусельно- и барабанно-фрезерные. У них круглый стол, с одной стороны которого происходит фрезерование непрерывно движущихся заготовок, с другой — станочник снимает готовые детали и устанавливает новые заготовки.

Копировально- и гравировально-фрезерные станки предназначены для обработки деталей сложных контуров по копирам. На шпоночно- фрезерных

станках (при наличии делительного устройства или специальной головки) можно нарезать на валах шпоночные канавки, шлицы.

Универсальный горизонтально-фрезерный станок модели 6Н81 предназначен для фрезерования плоскостей, канавок, фасонных поверхностей, разрезания заготовок в условиях единичного и серийного производства. Наличие поворотного стола расширяет технологические возможности станка и позволяет фрезеровать спиральные канавки при изготовлении косозубых зубчатых колес, фрез, зенкеров и т. п.

Станок состоит из следующих основных сборочных единиц и механизмов: станины в виде колонны с коробкой скоростей, клиноременной передачей и механизмом перебора; хобота с серьгой, поддерживающих оправку с фрезой; поворотного стола, придающего станку универсальность; электродвигателей главного движения и движений подач; механизмов продольной, поперечной и вертикальной подач.

Кинематическая схема станка изображена на рисунке 9. Главное движение на станке – вращение фрезы. От электродвигателя ($N = 5,8$ кВт; $n = 1450$ мин⁻¹) через полужесткую муфту вращение передается валу I, на котором размещен блок шестерен Бз (38–24). Вал II получает вращение от вала I через зацепление зубчатых колес 24–38 или 38–24. На валу III расположены скользящие блоки Б2 и Б3, которые могут сцепляться с четырьмя неподвижными шестернями II вала. Таким образом, от вала II к валу III возможны четыре варианта передачи движения: 24–38, 28–34, 31–31 и 34–28. В результате вал III может получить восемь частот вращения. Далее движение передается через шестерни 20–20 на вал IV и через ременную передачу (шкивы 140–210) на вал V.

При выключенной кулачковой муфте М расположенной на шпинделе станка, движение от шкива диаметром 210 мм передается через зацепление 30–64 на вал VI механизма перебора, а затем через зубчатые колеса 25–69 на шпиндель станка. Использование механизма перебора позволяет уменьшить частоту вращения фрезы.

При включенной муфте М1 движение через вал V передается непосредственно шпинделю станка. Это обеспечивает получение высоких частот вращения шпинделя. Всего на шпинделе может быть 16 различных частот вращения.

Уравнения кинематической цепи для получения максимальной и минимальной частоты вращения шпинделя имеют вид:

где 0,985 – КПД ременной передачи.

Движение подачи от фланцевого электродвигателя ($N = 1,7$ кВт и $n = 1420$ мин⁻¹) через полужесткую муфту передается валу VIII коробки подач, на котором размещен скользящий блок шестерен Б4. Через зубчатые колеса 24–38 и 38–24 движение может передаваться валу IX.

Вал X имеет два скользящих блока шестерен, благодаря чему он может получить 8 различных частот вращения. На конце вала X закреплена широкая шестерня 18, находящаяся в зацеплении с шестерней 37 скользящего блока. Вал XII через зубчатые колеса 15–37 или 37–15 может получать 16 различных частот вращения. Вал XIII получает вращение от вала XII через червячную передачу 2–36. На правом конце вала XIII находится шестерня 22, которая через зубчатые колеса 42–42 приводит во вращение центральный вал XIV коробки реверсов. Широкая шестерня 42 соединяется с валом XIV предохранительной муфтой и находится в постоянном зацеплении с зубчатыми колесами 42 (на валу XV), 42 (на валу XVIII) и 30 (на валу XVII). Зубчатые колеса 30 на валу XVII выполняют функцию промежуточных колес. Левые шестерни 42 на валах XVIII и XV вращаются в одну сторону, а правые – в другую. Сцепляя при помощи кулачковых муфт на валах XV и XVIII правые или левые шестерни 42 с валами XV и XVIII, изменяют направления вертикальной и поперечной подач.

Рисунок 9 – Кинематическая схема горизонтально-фрезерного станка модели 6Н8110

10 Там же. С. 271.

Кинематическое уравнение минимальной скорости вертикальной подачи имеет вид

Ускоренные продольные перемещения стола, поперечные перемещения салазок и вертикальные перемещения консоли осуществляются с постоянной скоростью для перевода детали в нужное положение с целью последующей обработки. При ускоренных перемещениях движение от электродвигателя через вал VIII непосредственно передается валу XIII (минуя коробку подач) через многозаходную червячную пару 12–24 и фрикционную муфту М2, расположенную на валу X. В этих случаях вал XIII при помощи обгонной муфты М0 автоматически расцепляется с червячным колесом 36.

Уравнение кинематической цепи ускоренных перемещений стола в продольном направлении имеет вид

Аналогично составляют кинематические уравнения ускоренных перемещений стола в поперечном и вертикальном направлениях.

Специализированный фрезерный станок модели СФ676 предназначен как для горизонтального фрезерования деталей цилиндрическими, дисковыми, фасонными и другими фрезами, так и для вертикального фрезерования торцовыми, концевыми и другими фрезами под различными углами. На станке

можно выполнять расточные, сверлильные, разметочные и другие операции с высокой точностью при условии установки станка в помещении с постоянными температурой и влажностью воздуха. Области применения станка: инструментальные и экспериментальные цеха, механические цеха мелкосерийного и индивидуального производства.

Станок состоит из основных сборочных единиц (основания, станины, суппорта, коробки подач, коробки скоростей, шпиндельной бабки, стола) и ряда съемных частей и принадлежностей. К съемным элементам станка относятся хобот, вертикальная головка, стол угловой горизонтальный, стол круглый, серьга, тиски.

1 – основание; 2 – станина; 3 – суппорт; 4 – коробка подач; 5 – коробка скоростей; 6 – шпиндельная бабка; 7 – вертикальная головка; 8 – стол; 9 – серьга; 10 – хобот
Рисунок 10 – Схема специализированного фрезерного станка СФ67611

На чугунном основании 1 (рисунок 10) закреплена станина 2, на которой монтируются все основные узлы станка. По вертикальным направляющим станины перемещается суппорт 3, а по горизонтальным направляющим суппорта — стол 8. К вертикальной (базовой) плоскости стола крепят угловой горизонтальный стол, который служит для установки и крепления обрабатываемых изделий.

На боковой стороне станины установлены коробка подач 4, которая сообщает суппорту 3 и шпиндельной бабке 6 различные подачи и ускоренные перемещения, и коробка скоростей 5, которая прикреплена фланцем к боковой стороне станины и сообщает горизонтальному и вертикальному шпинделям различные частоты вращения.

В верхней части станины по горизонтальным направляющим перемещается шпиндельная бабка 6 с горизонтальным шпинделем. При настройке станка на

вертикальное фрезерование на шпиндельную бабку 6 устанавливают вертикальную головку 7, а для горизонтального фрезерования – хобот 10 с серьгой 9.

Охлаждающая жидкость подается электронасосом, установленным на основании, одновременно служащем резервуаром. Электроаппаратура размещена под крышками в станине.

11 Там же. С. 274.

Обрабатываемую деталь закрепляют в тисках различной конструкции на столе станка.

Главное движение – вращение шпинделя с фрезой, движения подачи – продольная и вертикальная подачи стола и поперечная подача шпиндельной бабки.

Привод цепи главного движения осуществляется от электродвигателя тремя клиновидными ремнями к коробке скоростей, привод цепи подачи – от коробки подачи двумя цепными передачами к механизмам суппорта и шпиндельной бабки.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию станка СФ676, ознакомиться со съемными сборочными единицами и принадлежностями, а также с управлением станком.
2. Ознакомиться со способами крепления детали и фрезы.
3. Изучить кинематическую схему станка.
4. Наладить станок на заданный режим (по указанию преподавателя).

Контрольные вопросы

1. Назначение фрезерования.
2. Укажите типы фрезерных станков.
3. Опишите устройство специализированного фрезерного станка 6Ф676.

4. Какую информацию содержит паспорт фрезерного станка?
5. Перечислите виды фрезерования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема: «Конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков»

Цель работы: Изучить конструкции приводов и вспомогательного электрооборудования фрезерных станков

2.1 Общие сведения

Фрезерные станки - одна из многочисленных групп станков. На них обрабатывают наружные и внутренние, плоские и фасонные поверхности, в особенности на рычагах, планках, корпусных и других деталях, не являющихся телами

вращения, делают местные вырезы и срезы, прорезают прямые и винтовые канавки, нарезают зубья колес и резьбы.

Различают станки общего назначения, специализированные и специальные. К первым относятся горизонтально-, вертикально- и профильнофрезерные станки, к специализированным - шпоночно-фрезерные, копировально-фрезерные и др.

Обработка ведется многолезвийным инструментом - фрезами самых разнообразных профилей и конструкций. У всех фрезерных станков главным движением является вращение фрез. Основными размерами, характеризующими фрезерные станки, являются размеры рабочей поверхности стола: ширина 100...5000 мм, длина 400... 16000 мм и более.

Конструкция станков зависит, прежде всего, от размеров обрабатываемых заготовок, закрепляемых на столе.

2.2 Горизонтально-фрезерные станки

Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок 6Р82Ш является наиболее сложным по сравнению с простыми и универсальными

горизонтально-фрезерными станками. Он предназначен для работы в условиях индивидуального производства и позволяет не только прорезать пазы, винтовые канавки и т.п., но и обрабатывать объемные фасонные поверхности штампов, металлических моделей. Возможна также обработка поверхностей, наклоненных под любым углом, а также выходящих за габариты стола. Класс точности станка – П.

Технические характеристики станка

Размеры рабочей поверхности стола (длина х ширина), 1250×320 мм

Частота вращения, мин⁻¹

:

горизонтального шпинделя, 31,5–1600

шпинделя поворотной головки 50 –1600

Подача, мм/мин

продольная и поперечная 25–1250

вертикальная 8,3–416

14

Основные узлы и движения (рисунок 2.1). Станина 1 является основным несущим узлом, по вертикальным направляющим которого может перемещаться консоль 2.

Рисунок 2.1 – Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок 6Р82Ш

Консоль представляет собой крупную коробку, закрепленную с одной стороны. Сверху на консоли есть направляющие для поперечного движения салазок 3. По салазкам возможно продольное движение стола 4 с заготовкой.

Прямолинейные движения заготовки в трех направлениях служат для подачи, углубления или первоначальной установки. В консоль встроена коробка подач. Привод главного движения с коробкой скоростей 9 смонтирован в станине и заканчивается горизонтальным шпинделем, конец которого выступает над столом.

Наверху станины расположен выдвижной хобот 8, в который встроены привод шпинделя поворотной головки 7, в том числе дополнительная

коробка скоростей. Со шпинделем поворотной головки может быть состыкована накладная головка 6. Первая из головок имеет две оси поворота: горизонтальную (ось хобота) и перпендикулярную к ней. Наклонная головка 6 может поворачиваться вокруг третьей оси, перпендикулярно к первым двум. Фрезы закрепляют непосредственно на шпинделях или на оправках. Для поддержки оправки, вставленной в горизонтальный шпиндель, служат серьги 5.

Горизонтально-фрезерный простой станок отличается от широкоуниверсального лишь хоботом, на котором нет головок и их привода.

На простом

станке можно работать фрезами различных типов, но особенно эффективно -цилиндрическими, фасонными и отрезными. Универсальный горизонтально-фрезерный станок отличается от простого тем, что его стол может поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол до 45°.

15

2.3 Вертикально-фрезерные станки

На вертикально-фрезерных станках (рисунок 2.2) можно вести обработку фрезами различных типов, но особенно эффективно - торцовыми и пальцевыми. Заготовку закрепляют на столе, который расположен на салазках. Стол движется в продольном направлении, салазки - в поперечном. Отличительный признак вертикально-фрезерных станков - вертикальное расположение шпинделя.

Существуют консольные и бесконсольные вертикально-фрезерные станки. В консольных станках (рисунок 2.2, а) вертикальное движение сообщают консоли 1, на которой находятся салазки со столом.

Шпиндельная головка 2 неподвижна. Расположение зоны обработки не зависит от высоты заготовки. В бесконсольных станках (рисунок 2.2, б) салазки со столом базируются на основании 1, что значительно повышает жесткость станка; вертикально перемещается шпиндельная бабка 2 по стойке 3. Такая компоновка целесообразнее при обработке тяжелых

заготовок, при больших нагрузках.

Вертикальные консольно-фрезерные станки (рисунок 2.2, а)

16

Технические характеристики станка

Размеры рабочей поверхности стола (длина × ширина), мм 630 × 250

Частота вращения шпинделя, мин-1

31,5–1600

Подача (регулирование бесступенчатое), мм/мин 7–700

Привод главного движения состоит из асинхронного электродвигателя

M1 (рисунок 2.3, б), клиноременной передачи 0100/0180, коробки скоростей с двумя тройными блоками и зубчатых передач в шпиндельной бабке. Блок колес в бабке имеет два положения. В нижнем положении сцеплены колеса 46 и 35, 54 и 36. Шпиндельная бабка соединена с коробкой скоростей шлицевым валом IV. Опоры шпинделя смонтированы в выдвижной гильзе Г, а колеса 36-60 имеют независимые опоры в корпусе. Гильза со шпинделем перемещается винтом VIII с гайкой, которая поворачивается маховиком Р.

а

а – привод шпинделя; б – привод стола

Рисунок 2.3 – Схемы приводов вертикально-фрезерного станка 6520ФЗ

Шпиндельная бабка и салазки перемещаются по прямоугольным направляющим скольжения, причем у салазков три направляющие: крайние - воспринимают вертикальные нагрузки, средняя - горизонтальные. Стол имеет направляющие типа ласточкина хвоста. Зазоры в направляющих регулируют клиньями и прижимными планками. Шпиндельную бабку зажимают на направляющих в четырех местах тарельчатыми пружинами, разжим - гидравлический.

Гидропривод осуществляет перемещение стола, салазков и шпиндельной бабки, а также отжим и уравнивание последней. По каждой координате действует следящий гидропривод (рисунок 2.3, б), управляемый шаговым

двигателем 1. Через одноступенчатый редуктор с колесами 2 и 3 вращение получает задающий винт 5. Рычаг 6, прижатый одним концом к профилю 17

упорной резьбы, отклоняется (например, вправо), воздействуя другим концом на следящий золотник 7. Золотник, смещенный из среднего положения (например, влево), соединяет одну (в примере - правую) полость силового гидроцилиндра 8 с насосом, другую (левую) полость - со сливом. Поршень через шток помещает (влево) стол 4 станка. При этом задающий винт, связанный со столом, также движется (влево), восстанавливая среднее (нейтральное) положение рычага и золотника. Таким образом, шаговый двигатель и винт преодолевают незначительное сопротивление, легко перемещая подпружиненный золотник, управляющий потоками масла. Поршень гидроцилиндра, способный развить большое усилие, вместе со столом отслеживает перемещение, заданное шаговым двигателем. Следящий золотник является датчиком рассогласования.

Система ЧПУ станком - разомкнутая, с шаговым двигателем на выходе.

Первоначально на станке применялось устройство ЧПУ «Контур 2ПТ-71/3».

Позднее оно было заменено устройством НЗЗ-1. Программируются перемещения по координатам X, Y, Z, скорости этих перемещений и технологические команды (включение - выключение шпинделя, отжим - зажим шпиндельной бабки). Цена дискретности 0,01 мм

Горизонтальные и вертикальные консольные и бесконсольные станки относятся к наиболее распространенным фрезерным станкам. Однако даже на бесконсольных станах (с крестовым столом) невозможно изготовить крупногабаритные детали. Эта задача решается с помощью продольнофрезерных станков.

2.4 Продольно-фрезерные станки

Консольные станки - наиболее легкие (рисунок 2.4). Это позволяет перемещать стол в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Рисунок 2.4 – Продольно-фрезерный станок

Продольно-фрезерные станки являются в основном тяжелыми станками, поэтому стол 2 имеет лишь одну степень. Остальные движения сообщают фрезе. Шпиндель фрезы совершает вращательное главное движение и вместе с гильзой может выдвигаться из корпуса. свободы – перемещается прямолинейно по станине (основанию) 1. В станках различных моделей от одной до четырех фрезерных головок (на рисунке 2.4 обозначены номерами 3, 6, 8, 10). Головки с горизонтальными шпинделями расположены на стойках 4 и 9, с вертикальными шпинделями - на поперечине (траверсе) 5.

У каждого шпинделя индивидуальный электродвигатель и коробка скоростей. Все головки могут перемещаться вертикально: головки 3 и 10 - непосредственно по стойкам, головки 6 и 8 - вместе с поперечной. Головки 6 и 8 можно двигать горизонтально и поперечине. Возможна установка головок под углом к вертикали. Движения головок используют для подачи, углубления или для первоначальной установки при наладке. Движение подачи сообщают либо столу, либо головкам. Поперечину двигают только при наладке, после чего ее зажимают.

В станке, показанном на рисунке 2.4, стойки для жесткости связаны сверху балкой 7, образуя портал. Продольно-фрезерные станки по компоновке отличаются прежде всего числом стоек и фрезерных головок. Есть одностоечные и двухстоечные станки без поперечины, у них на каждой стойке находится одна головка. Большинство станков - с поперечиной на двух стойках, но головок может быть и три (по одной на стойках и поперечине) и даже одна (на поперечине).

2.5 Копировально-фрезерные станки

На вертикально-фрезерных станках с ЧПУ изготавливают детали со сложными контурами, состоящими контурами, состоящими из дуг окружностей и отрезков прямых линий. Однако для некоторых криволинейных профилей в программе требуется задать слишком много

точек, чтобы обеспечить достаточную точность. В этом случае лучше изготовить копир (образцовую деталь), а затем многократно воспроизводить (копировать) его форму на заготовках, используя специализированные копировально-фрезерные станки. Эти станки предназначены для изготовления кулачков, шаблонов, штампов, пресс-форм и других деталей, имеющих фасонную форму в плоскости или в пространстве.

В копировально-фрезерных станках используют системы управления прямого действия (редко) и следящие (широко распространены) (рисунок 2.5).

Копировальная система прямого действия (рисунок 2.5, а) характеризуется жесткой связью, отсутствием усилительных устройств между щупом (копировальным пальцем) 1 и фрезерной головкой 2. При продольном движении с подачей $S_{\text{прод}}$ стола 4 профиль копира 7 действует как кулачек и на

участках подъема кривой отжимается от щупа в поперечном направлении (подача $S_{\text{поп}}$) вместе со столом и салазками 5; при этом преодолевается сила 19

прижима, создаваемая грузом 6. На нисходящих участках кривой копир подтягивается грузом. Заготовка 3 перемещается относительно фрезы точно так же, как и копир относительно щупа.

а б

а – прямого действия; б – со следящим приводом

Рисунок 2.5 – Схемы копировальных систем

Эта система наиболее проста, но требует износостойких, дорогостоящих копиров. Погрешности копира без уменьшения сказываются на погрешности изготовления детали.

Системы с пантографом, которые являются разновидностью систем управления прямого действия, подобны известным чертежным устройствам. В них можно изменять масштаб копирования путем настройки соотношения плеч в звеньях параллелограмма. Главный недостаток этих систем - недостаточная жесткость шарнирной системы. Станки с пантографом

приспособлены для гравировальных работ.

На рисунке 2.5, б представлена схема копировальной системы со следящим приводом. На столе 1 закреплены копир 2 и заготовка 9. Шпиндельная головка 7 с фрезой 8 могут перемещаться по поперечине 6 в поперечном (осевом) направлении от двигателя М (следящая подача $S_{\text{след}}$). Со шпиндельной

головкой жестко связан корпус датчика 4. Поперечина двигается вертикально, перемещая щуп 3 датчика по профилю кулачка (задающая подача $S_{\text{зад}}$).

В датчике есть чувствительный элемент с электрическими контактами (или в виде золотника). При среднем (нейтральном) положении чувствительного элемента

контакты разомкнуты (или перекрыты щели золотника), шпиндельная головка неподвижна, следящее движение отсутствует - на заготовке получается участок, параллельный направлению движения задающей подачи.

При перемещении по участку подъема кривой копира щуп сдвигается вправо, изменяя положение чувствительного элемента. Замыкается один из электрических

контактов (или соединяется с насосом одна из полостей гидроцилиндра). Если система электрическая, то сигнал датчика через усилитель 5 вызывает включение

электродвигателя и шпиндельная головка движется вправо. С головкой перемещается вправо и корпус датчика, догоняя сместившийся чувствительный элемент и восстанавливая нейтральное положение.

С помощью щупа и датчика получают слабые сигналы, управляющие мощным

силовым приводом станка. Усилие поджима щупа к копиру не связано с силой

20

резания; оно незначительно, поэтому копир можно изготовить из

легкообрабатываемого материала, например из органического стекла. В зависимости от типов датчика и привода подачи различают электрические, гидравлические,

электрогидравлические, пневмоэлектрические и другие следящие системы.

Копировально-фрезерные станки бывают одношпиндельными и многошпиндельными, с вертикальными и горизонтальными шпинделями.

2.6 Фрезерные станки непрерывного действия

На фрезерных станках непрерывного действия установку и закрепление заготовок, а также съем готовых деталей производят, не останавливая станка, на

ходу. При этом используют быстрозажимные приспособления. Станки работают

торцовыми фрезами, отличаются большой производительностью и применяются в

массовом и крупносерийном производстве. Различают карусельные и барабанные

станки.

Карусельно-фрезерный станок (рисунок 2.6, а) по компоновке близок к бесконсольному вертикально-фрезерному.

а б

а - карусельно-фрезерный; б - барабанно-фрезерный

Рисунок 2.6 - Фрезерные станки непрерывного действия

Главная его особенность - непрерывно вращающийся стол 1, который сообщает заготовкам движение круговой подачи. Пока закрепленные на столе заготовки проходят под двумя шпинделями 2 и 3, на части стола, находящейся вне зоны резания, производят съем деталей и установку следующих заготовок.

Шпиндели

устанавливают на различной высоте, чтобы одна фреза снимала черновой припуск,

а вторая - чистовой.

В барабанно-фрезерном станке (рисунок 2.6, б) работают две пары фрез.

На каждой из двух стоек 1 находятся по две горизонтальные фрезерные головки.

Верхняя головка 2 ведет черновую обработку, нижняя 4 - чистовую.

Двустороннюю

обработку проходят корпусные детали, закрепленные между стойками на шестигранном барабане 3 с горизонтальной осью. Барабан непрерывно поворачивается, сообщая заготовкам круговую подачу. Заготовки устанавливаются и

21

снимают на той части барабана, которая находится вне зоны резания.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Основные узлы фрезерных станков.
3. Кинематические схемы вертикально-фрезерного и копировального станков.

Контрольные вопросы

1. Какие поверхности обрабатываются на фрезерных станках?
2. На какие группы делятся фрезерные станки?
3. Какое движение у фрезерных станков является главным, а какое - движением подачи?
4. Из каких узлов состоит консольно-фрезерный станок 6Р82Ш?
5. Какие бывают разновидности вертикально-фрезерных станков и в чем их отличие?
6. Принцип работы вертикально-фрезерного станка 6520ФЗ.
7. Как работает копировальная система со следящим приводом?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Тема: «Конструкции привода, вспомогательных устройств и блокировки шлифовальных станков»

Цели работы: изучить конструкцию и работу кругло- и плоскошлифовальных станков; освоить управление станками и наладить их на заданный режим работы.

Теоретическая часть. Шлифовальные станки общего назначения подразделяют на следующие типы: кругло шлифовальные (для шлифования наружных цилиндрических поверхностей), внутришлифовальные, плоскошлифовальные, бесцентрово шлифовальные, специальные (зубо-, резьбо-, шлице шлифовальные) и заточные (для заточки инструментов

Круглое наружное шлифование представляет собой процесс обработки заготовок шлифовальным кругом в центрах или патроне. Применяют три схемы шлифования: с продольной подачей, врезанием и комбинированным способом. Главное движение (вращение) DR и поперечную подачу DS П совершает шлифовальный круг, а изделию сообщаются одновременно вращательное DS КР и возвратно-поступательное DS ПР движения (рисунок 11).

Врезное шлифование применяют при обработке изделий, у которых длина обрабатываемой поверхности меньше или равна высоте абразивного круга (буртов, выемок, уступов и т. д.).

Плоское шлифование выполняют периферийной или торцовой частью круга. При шлифовании торцовой частью круга применяют круги чашечной и конической формы. Основные движения на плоскошлифовальных станках (рисунок 12): вращение абразивного круга (главное движение) – DR, возвратно-поступательное движение стола (скорость продольного хода) – DS ПР, поперечное движение круга (поперечная подача) – DS П, вертикальное перемещение на глубину резания абразивного круга – DS В.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию, работу и управление кругло шлифовальным станком.
2. Ознакомиться с технологической оснасткой и способами крепления деталей на станках.
3. Ознакомиться с работой кругло шлифовального станка.
4. Настроить станок на режим работы (по указанию преподавателя).

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды шлифования и опишите их.
2. Укажите типы шлифовальных станков.
3. Опишите устройство кругло шлифовального станка.
4. Приведите схемы плоского шлифования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14

Тема: «Конструкции привода, вспомогательных устройств и блокировки шлифовальных станков»

Цель работы: Изучить методику расчета и выбора двигателя механизма шлифовальных станков.

Задание:

Определение расчетной мощности на валу главного электропривода, соответствующе наибольшей (номинальной) мощности резания

Таблица 2.1 - Варианты индивидуальных заданий

Вар.	Материал изделия	Тип фрезы	Диаметр фрезы, мм	t, мм	L _{СТ} хВ _{СТ} , м	ℓ, м	F _Т , Н
1	чугун HB190	цилиндр. с ножами из P18	75	2	1,6 х 0,45	1,2	500
2			90	5	2,2 х 0,65	1,5	700
3			110	4	3 х 0,9	20	700
4			130	7	4,2 х 1,2	10	1800
5			150	10	6 х 1,8	20	1800
6	сталь	торцовая	40	1,5	1,6 х 0,45	0,9	500
7			50	2,5	2,2 х 0,65	1,8	700
8			63	3,5	3 х 0,95	2,5	700
9			80	4,5	4,2 х 1,2	3,6	1800
10			100	5,5	6 х 1,8	5,2	1800
11	чугун HB150	торцовая с ножами из P18	80	6,8	3 х 0,9	2,4	700
12			100	5,2	4,2 х 1,2	4	1800
13			125	4	6 х 1,8	5,6	1800
14			160	2,2	8,2 х 2,5	8	2200
15			200	1,8	12 х 3	10	5700
16	сталь	цилиндр. с ножами из P18	75	6,5	1,6 х 0,45	1,4	500
17			90	7,5	2,2 х 0,65	2	700
18			110	8,5	3 х 0,9	2,1	700
19			130	9,5	4,2 х 1,25	4,1	1800
20			150	10	6 х 1,8	4,8	1800
21	Чугун	цилиндр.	50	9	4,2 х 1,2	2,9	1800

22	HB190	с мелким зубом	63	8	3 x 0,95	2,2	700
23			50	7	1,6 x 0,45	0,7	500
24			63	6	2,2 x 0,65	2	700
25			50	5	1,6 x 0,45	0,85	500

Методика расчета

Определение расчетной мощности главного электродвигателя

$$P_{\text{д.р.}} = 1,05 \cdot \frac{P_z}{\eta_{\text{ст}}}, \text{ кВт}; \quad P_z = \frac{F_z \cdot v_z}{60 \cdot 10^3}, \text{ Вт},$$

$$v_z = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^{m_v} \cdot S^{Y_v} \cdot t^{X_v} \cdot B^{U_v} \cdot Z^{n_v}}, \text{ м/мин}; \quad F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{X_F} \cdot S^{Y_F} \cdot \frac{B^{U_F}}{D^{q_F}}, \text{ Н}$$

где $P_{\text{др}}$ – расчётная мощность на валу главного электродвигателя;

F_z – усилие резания при фрезеровании, Н;

P_z – мощность резания при фрезеровании, кВт;

v_z – нормативная скорость резания при фрезеровании, м/мин;

t – глубина фрезерования (до 15 мм);

S – подача на зуб фрезы, мм/зуб;

D – диаметр фрезы; мм;

B – ширина фрезерования, мм;

T – стойкость фрезы, мин;

z – число зубьев фрезы, шт;

C_F – силовой коэффициент обрабатываемости материалов при фрезеровании;

C_V – скоростной коэффициент обрабатываемости материалов при фрезеровании;

X_F, Y_F, U_F, q_F – силовые показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, инструмента;

X_V, Y_V, U_V, m_v, n_v – скоростные показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, инструмента;

Таблица 2.2 – Подача при обработке материалов на фрезерном станке резцом из быстрорежущей стали

Размер резца, мм	Сталь			Чугун		
	Глубина резания, t,мм					
	2	3	5	2	3	5
Ø10	0,08	-	-	0,12...0,1 6	-	-
Ø12	0,10	0,08	-	0,12...0,2	0,12...0,1 8	-
Ø169	0,1...0,2	0,15	0,1	0,2...0,3	0,15...0,2 5	0,1...0,18
Ø20	0,15...0, 3	0,15...0,2 5	0,12	0,3...0,4	0,25...0,3 5	0,12...0,2 5
Ø25	0,25...0, 5	0,15...0,4	0,12...0, 2	0,4...0,6	0,3...0,5	0,25...0,3 5
Ø30	0,4...0,7	0,2...0,5	0,12...0, 3	0,5...0,8	0,4...0,6	0,25...0,4 5
Ø40	-	0,25...0,6	0,15...0,	-	0,6...0,8	0,3...0,6
40×40	-	0,6...1,0	0,5...0,7	-	0,7...1,2	0,5...0,9
60×60	-	0,9...1,2	0,8...1,0	-	1,0...1,5	0,8...1,2
75×75	-	0,7...1,0	0,5...0,8	-	1,1...1,6	0,9...1,3
Примечания:						
1) P18 – марка быстрорежущей стали.						
2) Черновая обработка: при t = 3...30 мм, S = 0,4...3 мм/об						
Чистовая обработка: при t = 0.1...2 мм. S = 0.1...0.4 мм/об						

Таблица 2.3 – Скоростные коэффициенты и показатели степени при обработке на фрезерном станке резцами из быстрорежущей стали

Материал изделия	Тип фрезы	S, мм/об	Коэффициенты, показатели степени						
			C _v	q _v	X _v	Y _v	U _v	n _v	m _v
Сталь	торцовая	>0,1	-	-	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2
	цилиндрическая	>0,1	-	-	0,3	0,4	0,1	0,1	0,33
Чугун HB 190	торцовая	-	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
	цилиндрическая	>0,15	27	0,7	0,5	0,6	0,3	0,3	0,25
Чугун HB 150	торцовая	>0,1	-	-	0,1	0,4	0,14	0,1	0,2
	цилиндрическая	>0,1	-	-	0,3	0,4	0,1	0,1	0,33

Таблица 2.4 – Силовые коэффициенты и показатели степени при фрезеровании плоскостей фрезой из быстрорежущей стали

Материал изделия	Тип фрезы	Коэффициенты, показатели степени				
		C _F	q _F	X _F	Y _F	U _F
Сталь	цилиндрическая	68	0,86	0,86	0,74	1,0
	торцовая	88	1,1	1,1	0,8	0,95
Чугун	цилиндрическая	48	0,83	0,83	0,65	1,0
	торцовая	70	1,14	1,14	0,7	0,9

Таблица 2.5 - Стойкость фрезы T=f(тип, D)

Диаметр фрезы D, мм		26...40	41...60	61...75	76...150	151...250	251...300	301...400
Т, мин	Тип фрезы							
	торцевая	120	180			240	300	420
	цилиндрическая с ножами	-			180	-		
	цилиндрическая с мелким зубом	-	120	180				

Таблица – Технические данные стола фрезерного станка

Размер стола LxB, мм	1600x450	2200x650	3000x900	4250x1250	6000x1800	8500x2500	12000x3000
Масса изделия макс. G _и , тн	1,5	2,5	5	8	14	35	120
Тяговое усилие макс. F _т , Н	500	700	700	1800	1800	2200	5700

Методика расчета

Исходные данные:

Диаметр фрезы D=50=мм

Материал фрезы - чугун НВ 190

Глубина фрезерования t=5мм

Материал детали - сталь

Длина детали $\ell_H = 0,85$ м

Операция (вид) - черновое фрезерование

Размеры стола - L_{СТ} x B_{СТ} x H_{СТ}=(1,6 x 0,4 x 0,01) м

Напряжение питания U_С=380 В

Нормативная скорость резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$V_z = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^{m_v} \cdot S^{y_v} \cdot t^{x_v} \cdot B^{u_v} \cdot z^{n_v}}, \text{ м/мин},$$

где C_v – скоростной коэффициент обрабатываемости материалов при фрезеровании;

D – диаметр фрезы, мм;

T – стойкость фрезы, мин;

S – подача на зуб фрезы, мм/зуб;

t – глубина фрезерования, мм;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы, шт;

X_v, Y_v, U_v, m_v, n_v – скоростные показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, инструмента;

Определим нормативную скорость резания при фрезеровании

$$v_z = \frac{27 \cdot 50^{0,7}}{120^{0,25} \cdot 0,7^{0,6} \cdot 5^{0,5} \cdot 50^{0,2} \cdot 12^{0,2}} = 10,2 \text{ м/мин.}$$

Исходя из данных, выбираем силовые и скоростные коэффициенты из таблицы 2.2 и 2.3.

Усилие резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{X_F} \cdot S^{Y_F} \cdot \frac{B^{U_F}}{D^{q_F}}, \text{ Н}$$

где C_F – силовой коэффициент обрабатываемости материалов при фрезеровании;

t – глубина фрезерования, мм;

S – подача на зуб фрезы, мм/зуб;

D – диаметр фрезы, мм;

B – ширина фрезерования, мм;

X_F, Y_F, U_F, q_F – силовые показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, инструмента.

$$F_z = 9,81 \cdot 48 \cdot 5^{0,83} \cdot 0,7^{0,65} \cdot 12 \cdot \frac{50^1}{50^{0,82}} = 33114 \text{ Н.}$$

Определим мощность резания

$$P_z = \frac{F_z \cdot v_z}{60 \cdot 10^3}, \text{ Вт,}$$

где F_z – усилие резания, Н;

v_z – скорость резания, м/мин.

$$P_z = \frac{33114 \cdot 10,2}{60 \cdot 10^3} = 5,63 \text{ кВт}$$

Определим расчётную мощность на валу главного электродвигателя

Так как привод подачи от ЭД главного движения, то $P_{д.р.}$ увеличивается на 5%:

$$P_{д.р.} = 1,05 \cdot \frac{P_z}{\eta_{ст}}, \text{ кВт}$$

где P_z – мощность резания, кВт;

$\eta_{ст}$ – КПД станка.

Таким образом, расчетная мощность электродвигателя будет равна:

$$P_{д.р.} = 1,05 \cdot \frac{5,63}{0,8} = 7,9 \text{ кВт}$$

Для главного привода станка согласно условия $P_{ном} \geq P_{д.р.}$ выбираем трехфазный двигатель АДЧР160S4 мощностью 11 кВт, паспортные данные которого сведены в таблицу 6.

Паспортные данные двигателя серии АДЧР160S4:

Мощность $P_n = 11 \text{ кВт}$

Число оборотов $n_n = 1450 \text{ об/мин}$

Отношение $I_{пуск}/I_{ном} = 7,5$

Перегрузочная способность $\lambda = 2,2$

Коэффициент полезного действия $\eta_n = 88\%$.

Коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$

Номинальное скольжение $s_{ном} = 0,023$

Момент инерции $J, \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 0,018$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15

Тема: «Изучение структурных схем программного управления рабочими органами станков с ЧПУ»

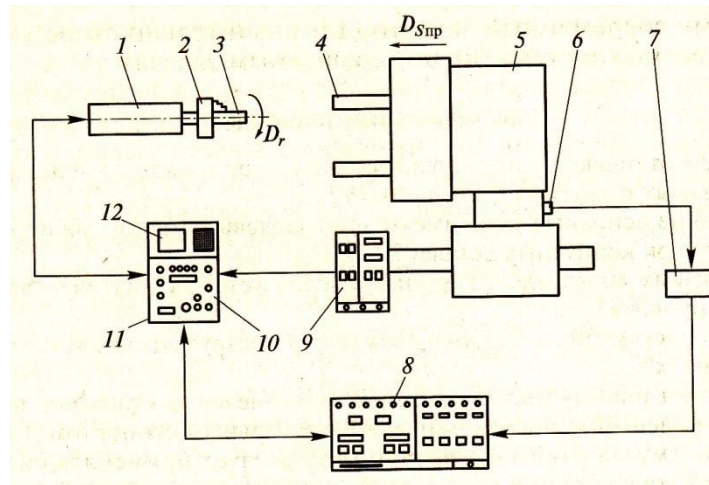
Цель работы:

1. Закрепить знания о - «мониторинге».
2. Закрепить знания о многоцелевых станках станках

Задание:

1. Объясните, что представляет собой - «мониторинг».
2. Укажите, для чего устанавливается устройство мониторинга МРС.
3. Опишите, применение мониторинга МРС.

4. Назовите, с какой целью на многоцелевых станках следует применять систему мониторинга состояния инструмента и процесса обработки.



5. Назовите, основные узлы системы мониторинга инструмента и процесса обработки, на токарном многоцелевом станке показанного на рисунке.

Форма организации работы - индивидуальная

Форма отчетности по занятию: выполнение заданий на формате А4

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16

Тема: «Изучение структурных схем программного управления рабочими органами станков с ЧПУ»

Цель работы: Изучить структурные схемы программного управления рабочими органами станков с ЧПУ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Расчет мощности и выбор электродвигателя механизма движения транспортера

Цели:

1 Научиться рассчитывать мощность двигателя транспортера;

2 Научиться строить и проводить анализ механические характеристики асинхронных двигателей.

Задание:

1 Рассчитать мощность и выбрать двигатель для электропривода транспортера (Табл.3.1).

2 Построить и проанализировать механические характеристики двигателя и механизма.

Таблица 3.1 – Варианты индивидуальных заданий

Вар.	Q _{ном} , т/ч	L, м	H,м	B, мм	D, м	v _л , м/с	i _п	Операция	K _з
1	2	3	4	5	6	78	9	10	11
2	45	20	6	500	0,4	1,2	13	п	1,25
3	50	35	7	650	0,5	0,8	12	о	1,21
4	42	40	8	1200	0,4	1,0	17	о	1,24
5	60	50	15	800	0,3	0,9	19	п	1,25
6	45	55	18	500	0,2	1,4	15	о	1,2
7	70	30	9	1000	0,4	1,3	20	о	1,21
8	50	40	5	650	0,5	1,6	21	п	1,23
9	80	50	10	1200	0,3	1,2	25	п	1,24
10	55	25	15	800	0,6	1,0	14	о	1,22
11	90	25	10	500	0,2	1,5	21	о	1,2
12	60	50	5	1000	0,5	0,9	18	п	1,21
13	55	40	5	650	0,5	1,4	19	о	1,23
14	40	30	4	1200	0,3	1,2	16	п	1,24
15	65	55	5	800	0,6	0,8	28	о	1,22
16	50	50	11	500	0,8	1,2	25	о	1,2
17	75	40	10	1000	0,5	1,4	32	п	1,23
18	60	35	12	650	0,3	0,9	30	п	1,24
19	85	60	10	1200	0,3	1,5	45	о	1,20
20	70	20	6	800	0,6	1,0	15	о	1,22
21	35	30	5	500	0,8	1,2	20	п	1,25
22	40	70	6	1000	0,5	1,3	38	о	1,21
23	45	45	8	650	0,3	1,4	28	п	1,24
24	50	50	9	1200	0,3	0,8	16	о	1,20
25	55	60	12	800	0,6	1,5	17	п	1,23

Методика расчета

1) Расчетная мощность асинхронного двигателя транспортера определяется по формуле:

$$P_{\text{дв}} = K_3 \cdot \frac{P_T}{\eta_{\text{п}}},$$

где K_3 – коэффициент запаса, отн.ед;
 P_T – мощность транспортера, кВт;
 η_{II} – КПД передачи, отн.ед.
 Рекомендуется принимать $K_3=1,2 \dots 1,25$;
 $\eta_{II}=0,7 \dots 0,85$

2) Мощность транспортера определяется по формуле:

$$P_T = K \cdot (\Delta P_{Л} + P_{ПЕР} \pm P_{ПО}),$$

где K – коэффициент дополнительных потерь (табл.3.2), отн.ед;
 $\Delta P_{Л}$ – мощность потерь ленты при движении, кВт;
 $P_{ПЕР}$ – мощность перемещения груза, кВт;
 $P_{ПО}$ – мощность подъема груза, кВт;
 «+» - при подъеме, « - » при опускании.

Таблица 3.2 – $K=f(L)$, для роликовых опор

K	1,25	1,1	1,05
$L, м$	16...30	31...45	46...75

$$\Delta P_{Л} = C_T \cdot L_{ГОР} \cdot v_{Л},$$

где C_T - коэффициент трения ленты об опоры, отн.ед.
 $L_{ГОР}$ - горизонтальная проекция конвейера, м;
 $v_{Л}$ - линейная скорость движения ленты, м/с.

Таблица 3.3 – $C_T=f(B, \text{ вид опор})$, для роликовых опор

C_T	0,018	0,023	0,028	0,038	0,048
$B, мм$	500	650	800	1000	1200

$$L_{ГОР} = L_T \cdot \cos \beta = \arcsin H/L_T,$$

где L_T – длина транспортера, м;
 β – угол наклона транспортера к горизонту, градусы;
 H – высота подъема (опускания) груза, м.

Рекомендуется $\beta \leq 22^\circ$, $\beta_{МАКС} = 30^\circ$.

$$P_{ПЕР} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot L_{ГОР},$$

$$P_{ПО} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot Q \cdot H,$$

где Q – производительность транспортера, т/ч.

3) Определение синхронной скорости приводного двигателя

$$n_{CP} = \frac{60 \cdot v_{Л} \cdot i_{II}}{\pi \cdot D_B};$$

где i_{II} – передаточное число применяемой передачи.

Расчетная синхронная скорость по шкале n_c приводится к ближайшему стандартному значению.

4) По $R_{ДР}$ и n_c выбирается АД из каталога.

Пример решения задачи

Дано:

$$Q_{\text{НОМ}} = 55 \text{ т/ч}$$

$$L = 60 \text{ м}$$

$$H = 12 \text{ м}$$

$$B = 800 \text{ мм}$$

$$D_B = 0,6 \text{ м}$$

$$v_L = 1,5 \text{ м/с}$$

$$i_{\text{П}} = 17$$

Рабочая операция – подъем

$$K_3 = 1,23$$

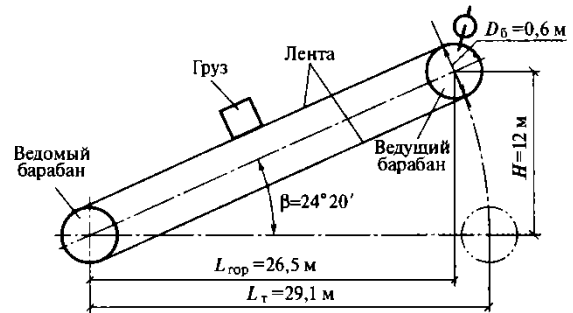


Рисунок 4.1 – Кинематическая схема транспортера

1) Определяется мощность асинхронного двигателя транспортера

$$P_{\text{дв}} = K_3 \cdot \frac{P_T}{\eta_{\text{П}}} = 1,23 \cdot \frac{3,05}{0,7} = 5,4 \text{ кВт},$$

где K_3 – коэффициент запаса, отн.ед;

P_T – мощность транспортера, кВт;

$\eta_{\text{П}}$ – КПД передачи, отн.ед.

$$P_T = K \cdot (\Delta P_L + P_{\text{ПЕР}} + P_{\text{ПО}}) = 1,05 \cdot (1,1 + 0,004 + 1,8) = 3,05 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_L = C_T \cdot L_{\text{ГОР}} \cdot v_L = 0,028 \cdot 26,5 \cdot 1,5 = 1,1 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{ПЕР}} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot L_{\text{ГОР}} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot 26,5 = 0,004 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ПО}} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot Q \cdot H = 272 \cdot 10^{-5} \cdot 55 \cdot 12 = 1,8 \text{ кВт}$$

где K – коэффициент дополнительных потерь, отн.ед;

ΔP_L – мощность потерь ленты при движении, кВт;

$P_{\text{ПЕР}}$ – мощность перемещения груза, кВт;

$P_{\text{ПО}}$ – мощность подъема груза, кВт;

C_T – коэффициент трения ленты об опоры, отн.ед.

$L_{\text{ГОР}}$ – горизонтальная проекция конвейера, м;

v_L – линейная скорость движения ленты, м/с;

Q – производительность транспортера, т/ч;

H – высота подъема груза, м.

Определяется длина транспортера

$$L_T = 0,5 \cdot (L - \pi \cdot D_B) = 0,5 \cdot (60 - 3,14 \cdot 0,6) = 29,1 \text{ м},$$

где D_B – диаметр барабана, м.

Определяется угол наклона транспортера к горизонту:

$$\beta_{\text{Ф}} = \arcsin (H / L_T) = \arcsin (12 / 29,1) = 24^{\circ} 20',$$

$\beta (24^{\circ} 20') < \beta_{\text{МАКС}} (30^{\circ})$, что допустимо

$$L_{ГОР} = L_T \cdot \cos 24^\circ 20' = 29,1 \cdot 0,91 = 26,5 \text{ м};$$

$C_T = f(B, \text{мм}; \text{вид опор}) = f(800 \text{ мм}; \text{ролики}) = 0,028$ (Табл.3.2),
где B – ширина ленты, мм.

$$K = f(L) = f(60 \text{ м}) = 1,05 \text{ (табл.3.2)}$$

Принимается $\eta_{\Pi} = 0,7$ (для небольших мощностей)

Определяется синхронная скорость приводного двигателя

$$n_{CP} = \frac{60 \cdot v_L \cdot i_{\Pi}}{\pi \cdot D_B} = \frac{60 \cdot 1,5 \cdot 17}{3,14 \cdot 0,6} = 812,1 \text{ об / мин};$$

где i_{Π} – передаточное число применяемой передачи;

Принимается $n_C = 750$ об/мин.

По табл. 3.3 при $n_C = 750$ об/мин и $P_{др} = 5,4$ кВт согласно условия $P \geq P_{др}$ выбирается двигатель общепромышленного назначения типа АИРМ132М8-У1 со следующими данными:

$$U_{НОМ} = 380 \text{ В}$$

$$P_{НОМ} = 5,5 \text{ кВт}$$

$$n_{НОМ} = 715 \text{ об/мин}$$

$$\eta = 83\%$$

$$\cos \varphi = 0,73$$

$$M_{НОМ} = 73,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\Pi} / M_{НОМ} = 2$$

$$I_{\Pi} / I_{НОМ} = 5,3$$

$$J = 0,074 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$m = 82 \text{ кг}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

Тема: «Назначение и виды промышленных роботов»

Цель работы: Изучение особенностей конструкции, кинематики и элементов автоматизации, а также определение технических характеристик промышленного робота РБ-242.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Промышленный робот РБ-242 создан с применением мехатронных модулей второго поколения. Данный робот используется для автоматизации вспомогательных операций установки-снятия деталей и их транспортировки между станком и накопителем в серийном и мелкосерийном производстве. Возможности роботов этой серии позволяют обслуживать одну или две единицы технологического оборудования и образовывать вместе с ними и накопительными устройствами РТК различного назначения. Основные технические характеристики робота приведены в таблице 1.

Таблица 1-Техническая характеристика промышленного робота РБ242

Номинальная грузоподъемность при установке схвата, кг. одинарного двойного	10 2х5
Число степеней подвижности	4 (6)
Максимальные линейные перемещения X или Z, мм.	150
Максимальные угловые перемещения, град. А/С В	90 120 90 или 180
Диапазон скоростей угловых перемещений, град/с. А, В и С	1,36...120 90

Диапазон скоростей линейных перемещений X или Z, м/с	0,008...0,5
Максимальная погрешность позиционирования, мм.	0,5
Наибольший вылет руки, мм.	630
Усилие захватывания, Н	360...500
Диапазон размеров загружаемых деталей, мм. по наружному диаметру по внутреннему диаметру	20...150 38...500
Масса, кг.	110



Рисунок 1- Промышленный робот РБ-242

3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА РБ-242

РБ242 представляет собой промышленный робот, работающий в двойных цилиндрических координатах. Имеет 5 степеней свободы (рис. 2):

- ось линейного перемещения X/Z - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота руки A/C - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота плеча B - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота кисти α - с пневмоприводом и управлением по конечным выключателям, имеет 4 фиксированных позиции: 180° , 90° , 0° , -90° ;
- механизм зажима хвата - пневматический.

Выбор конкретной оси - X или Z, A или C - производится в зависимости от положения оси B. Если ось B находится в нулевой точке (вертикальное положение), то текущими будут оси X - линейное горизонтальное перемещение, и A - вращение руки в вертикальной плоскости. Если ось B находится в правом или левом горизонтальном положениях, то текущими будут оси Z - линейное вертикальное перемещение, и C - вращение руки в горизонтальной плоскости.

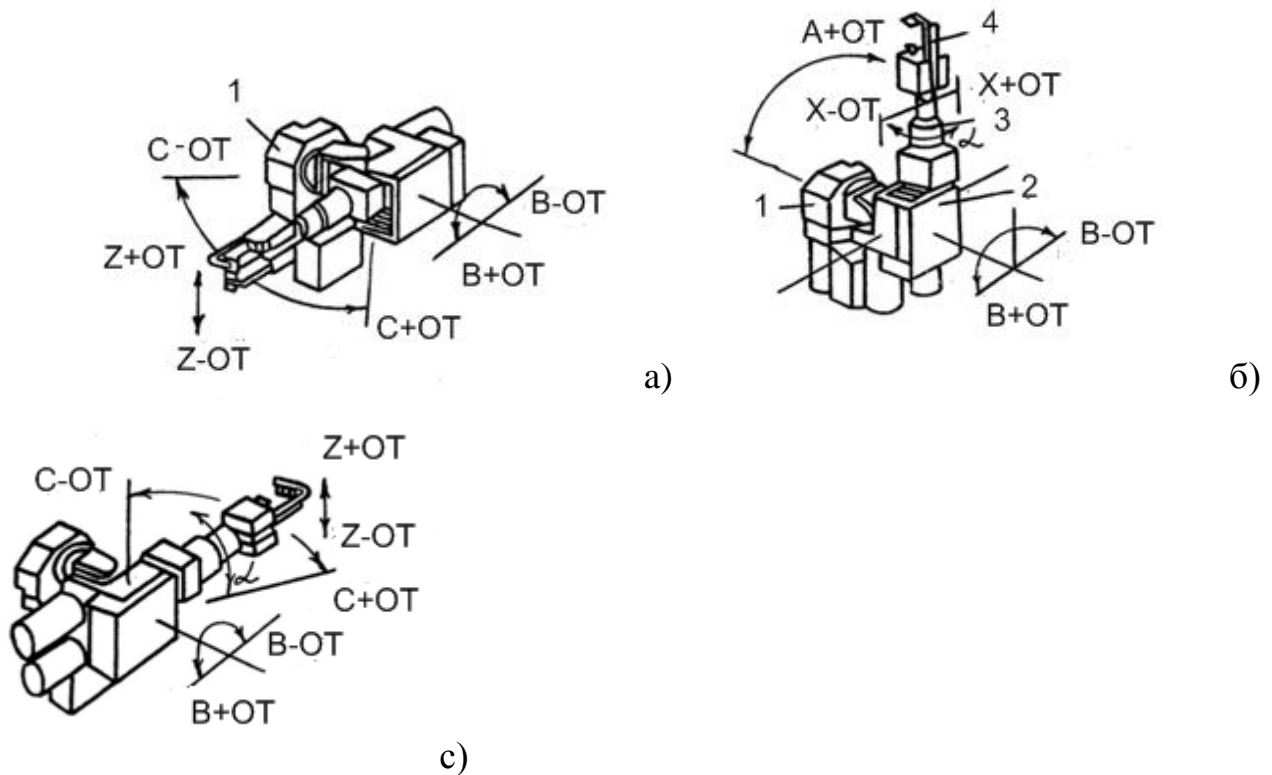


Рисунок 2 Система координат робота РБ242

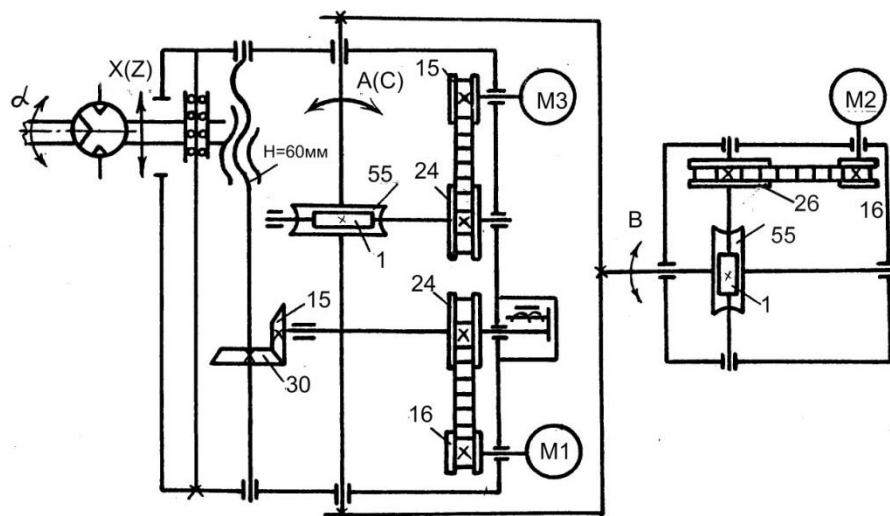


Рисунок-3- Кинематическая схема

На рис. 3 показана кинематическая схема робота. Перемещение X или Z осуществляется при помощи электродвигателя $M1$, установленного в узле руки, через приводной зубчатый ремень, пару конических зубчатых колес и многозаходную шариковинтовую передачу с ходом $t=60$ мм. Вместе с гайкой передачи по шариковой направляющей перемещается кронштейн, с установленным на нем блоком поворота кисти (рис. 4).

Для предотвращения самопроизвольного опускания кронштейна, при выключении питания, вал конической шестерни $Z=15$ (рис. 3) соединен с электромагнитным тормозом. Контроль перемещения осуществляется переключателями, на которые воздействуют упоры, установленные на кронштейне.

Механизм поворота плеча (движение B) включает в себя электродвигатель $M2$, который через зубчато-ременную передачу $Z1=16$, $Z2=26$ приводит во вращение однозаходную червячную передачу (рис. 3). Червячное колесо установлено на выходном валу, который жестко связан с механизмом руки манипулятора (рис 5). На противоположном конце этого вала закреплен диск с упорами, воздействующими на путевые выключатели в схеме управления движением поворота кисти B .

Механизм поворота руки манипулятора в вертикальной (движение A) или горизонтальной (движение C) плоскостях (рис. 3, 6) приводятся в движение электродвигателем $M3$, который через приводной зубчатый ремень вращает вал червяка и сцепленное с ним червячное колесо. Последнее неподвижно закреплено на оси, установленной в корпусе механизма поворота. В результате обкатки червяка по неподвижному червячному колесу происходит движение A или C корпуса руки относительно оси этого колеса.

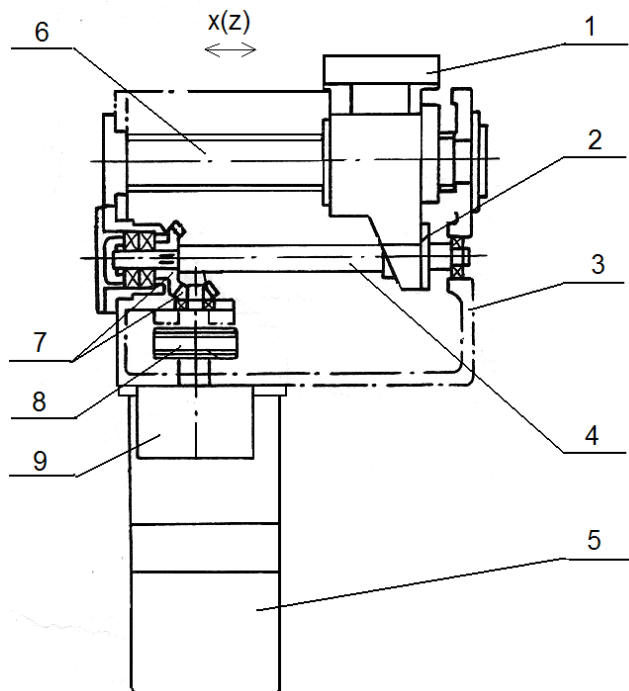


Рисунок 4 - Механизм линейного перемещения

1-кронштейн; 2-шариковая гайка; 3-корпус; 4-ходовой винт; 5-двигатель постоянного тока; 6-шарики-шлицевой вал; 7-конусное зубчатое колесо; 8-зубчатый ремень; 9-тормоз.

Вращение поворота кисти руки вокруг продольной оси (движение α) производится от неполноповоротного пневмодвигателя.

Робот РБ 242 является роботом встраиваемой конструкции. Основными его механизмами являются:

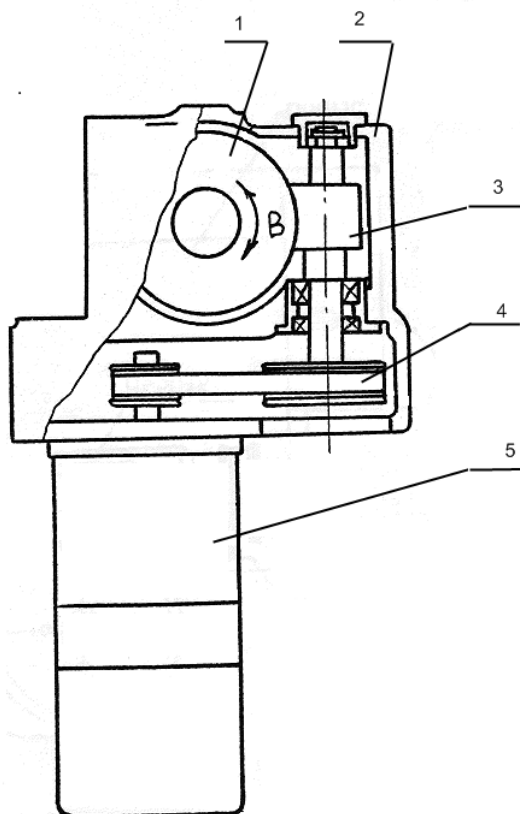


Рисунок 5- Механизм поворота плеча (движение В).

1-червячное колесо; 2-корпус; 3-червяк; 4-зубчатый ремень; 5-двигатель постоянного тока.

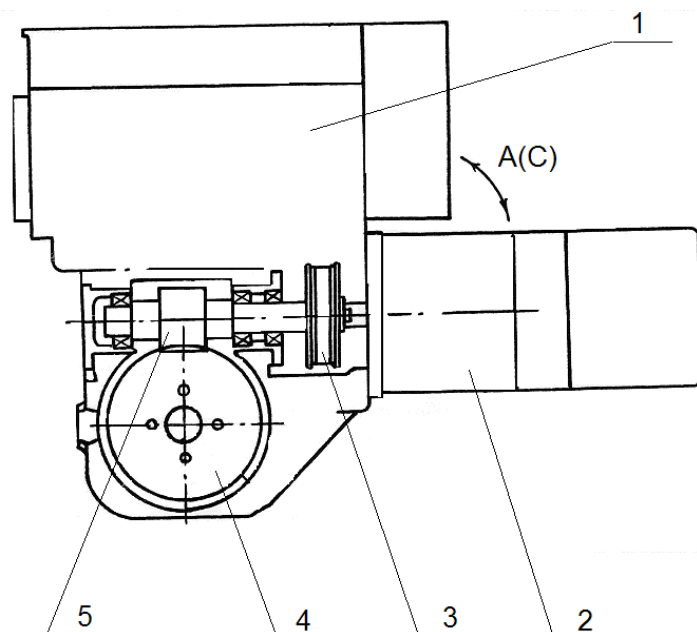


Рисунок 6-Механизм поворота руки манипулятора (движение A/C).

1 –корпус; 2- двигатель постоянного тока; 3-зубчатый ремень; 4- червячное колесо; 5 –червяк.

4. РТК С РОБОТОМ РБ-242 И ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Заготовки расположены на конвейере и поочередно подаются в зону захвата (рис.7). После обработки каждых N деталей подается сигнал замены инструмента. На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма функционирования роботизированного комплекса.

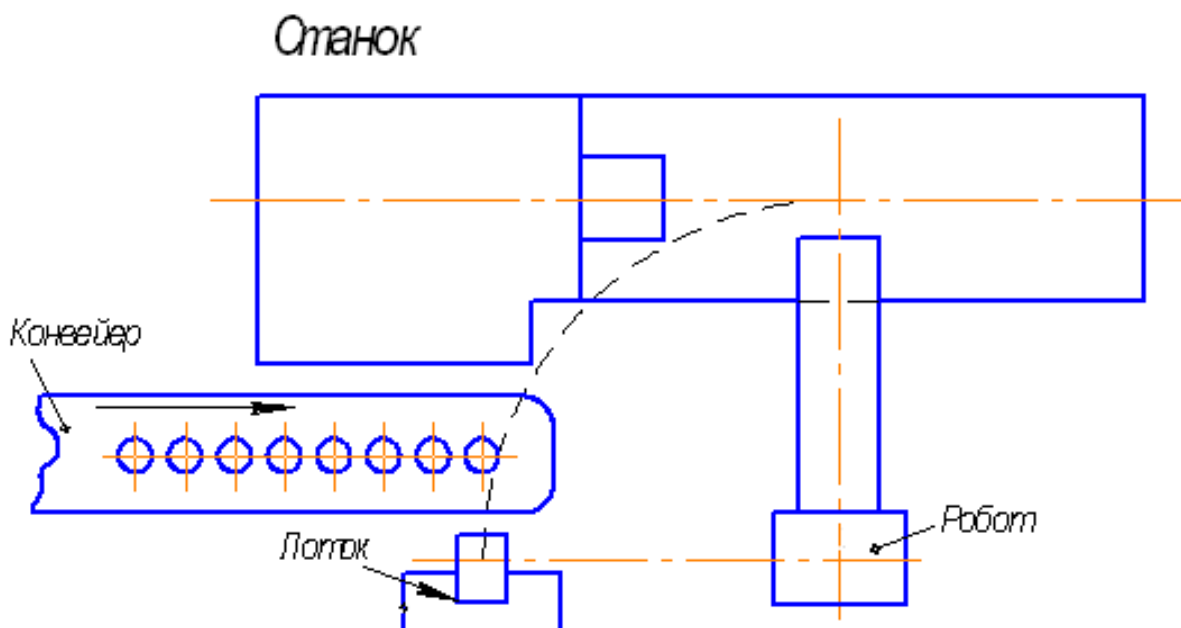


Рисунок 7-Схема работы робота в РТК

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18

Тема: «Назначение и виды промышленных роботов»

Цель работы: Изучение особенностей конструкции, кинематики и элементов автоматизации, а также определение технических характеристик промышленного робота РБ-242.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Промышленный робот РБ-242 создан с применением мехатронных модулей второго поколения. Данный робот используется для автоматизации вспомогательных операций установки-снятия деталей и их транспортировки между станком и накопителем в серийном и мелкосерийном производстве.

Возможности роботов этой серии позволяют обслуживать одну или две единицы технологического оборудования и образовывать вместе с ними и накопительными устройствами РТК различного назначения. Основные технические характеристики робота приведены в таблице 1.

Таблица 1-Техническая характеристика промышленного робота РБ242

Номинальная грузоподъемность при установке схвата, кг. одинарного двойного	10 2x5
Число степеней подвижности	4 (6)
Максимальные линейные перемещения X или Z, мм.	150
Максимальные угловые перемещения, град. A/C B	90 120 90 или 180
Диапазон скоростей угловых перемещений, град/с. A, B и C	1,36...120 90
Диапазон скоростей линейных перемещений X или Z, м/с	0,008...0,5
Максимальная погрешность позиционирования, мм.	0,5
Наибольший вылет руки, мм.	630
Усилие захватывания, Н	360...500
Диапазон размеров загружаемых деталей, мм. по наружному диаметру по внутреннему диаметру	20...150 38...500
Масса, кг.	110



Рисунок 1- Промышленный робот РБ-242

3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА РБ-242

РБ242 представляет собой промышленный робот, работающий в двойных цилиндрических координатах. Имеет 5 степеней свободы (рис. 2):

- ось линейного перемещения X/Z - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота руки A/C - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота плеча В - следящая ось с приводом от двигателя постоянного тока;
- ось поворота кисти α - с пневмоприводом и управлением по конечным выключателям, имеет 4 фиксированных позиции: 180° , 90° , 0° , -90° ;
- механизм зажима хвата - пневматический.

Выбор конкретной оси - X или Z, A или C - производится в зависимости от положения оси В. Если ось В находится в нулевой точке (вертикальное положение), то текущими будут оси X - линейное горизонтальное перемещение, и A - вращение руки в вертикальной плоскости. Если ось В находится в правом или левом горизонтальном положениях, то текущими будут оси Z - линейное вертикальное перемещение, и C - вращение руки в горизонтальной плоскости.

Для предотвращения самопроизвольного опускания кронштейна, при выключении питания, вал конической шестерни $Z=15$ (рис. 3) соединен с электромагнитным тормозом. Контроль перемещения осуществляется переключателями, на которые воздействуют упоры, установленные на кронштейне.

Механизм поворота плеча (движение В) включает в себя электродвигатель М2, который через зубчато-ременную передачу $Z1=16$, $Z2=26$ приводит во вращение однозаходную червячную передачу (рис. 3). Червячное колесо установлено на выходном валу, который жестко связан с механизмом руки манипулятора (рис 5). На противоположном конце этого вала закреплен диск с упорами, воздействующими на путевые выключатели в схеме управления движением поворота кисти В.

Механизм поворота руки манипулятора в вертикальной (движение А) или горизонтальной (движение С) плоскостях (рис. 3, 6) приводятся в движение электродвигателем М3, который через приводной зубчатый ремень вращает вал червяка и сцепленное с ним червячное колесо. Последнее неподвижно закреплено на оси, установленной в корпусе механизма поворота. В результате обкатки червяка по неподвижному червячному колесу происходит движение А или С корпуса руки относительно оси этого колеса.

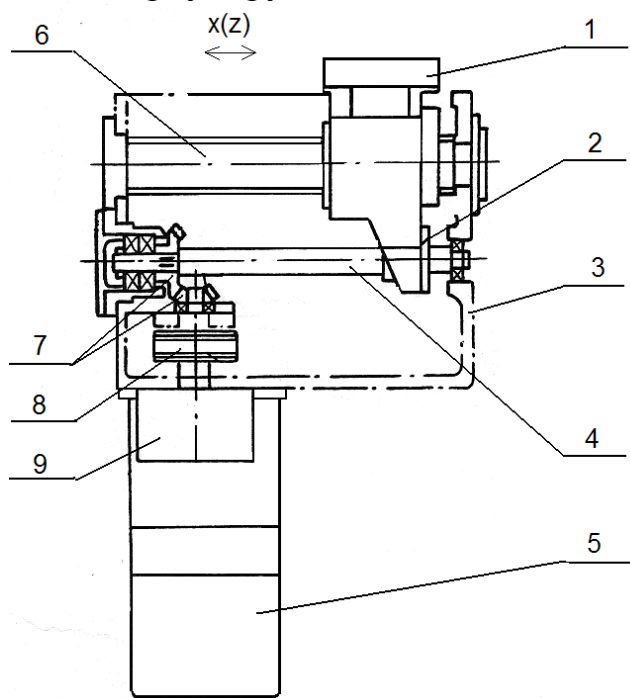


Рисунок 4 - Механизм линейного перемещения

1-кронштейн; 2-шариковая гайка; 3-корпус; 4-ходовой винт; 5-двигатель постоянного тока; 6-шарико-шлицевой вал; 7-конусное зубчатое колесо; 8-зубчатый ремень; 9-тормоз.

Вращение поворота кисти руки вокруг продольной оси (движение α) производится от неполноповоротного пневмодвигателя.

Робот РБ 242 является роботом встраиваемой конструкции. Основными его механизмами являются:

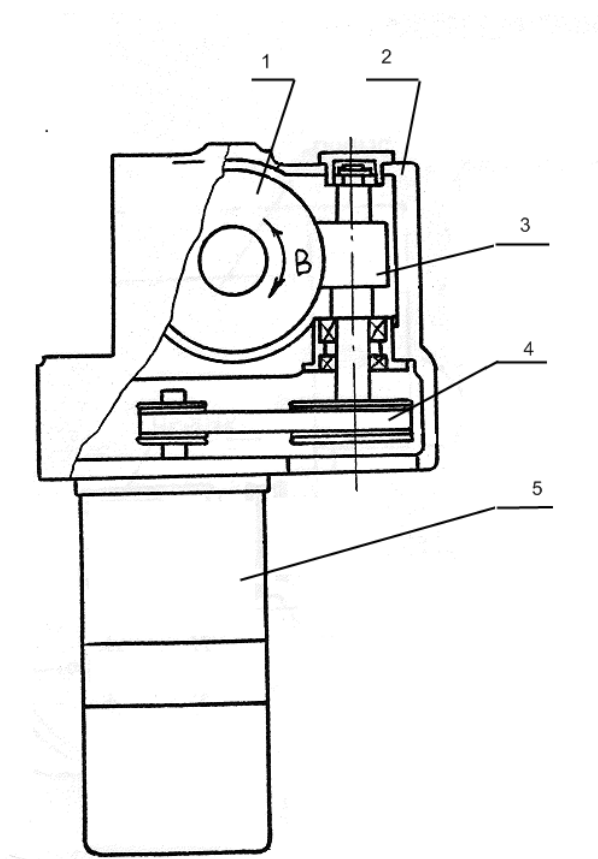


Рисунок 5- Механизм поворота плеча (движение В).

1-червячное колесо; 2-корпус; 3-червяк; 4-зубчатый ремень; 5-двигатель постоянного тока.

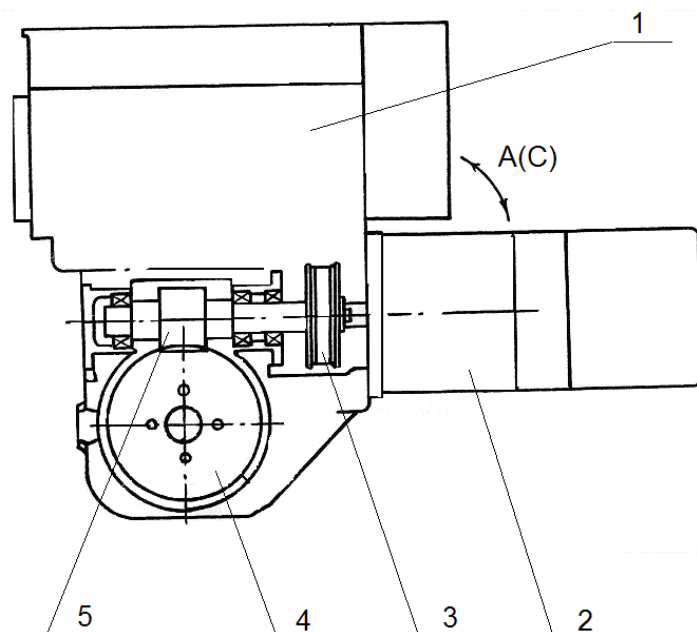


Рисунок 6-Механизм поворота руки манипулятора (движение A/C).

1 –корпус; 2- двигатель постоянного тока; 3-зубчатый ремень; 4- червячное колесо; 5 –червяк.

4. РТК С РОБОТОМ РБ-242 И ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Заготовки расположены на конвейере и поочередно подаются в зону захвата (рис.7). После обработки каждых N деталей подается сигнал замены инструмента. На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма функционирования робототизированного комплекса.

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные печатные издания

1. Диагностика оборудования систем электроснабжения : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 236 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109376>

2. Шлейников, В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия : учебное пособие для СПО / В. Б. Шлейников. — Саратов : Профобразование, 2020. — 115 с. — ISBN 978-5-4488-0719-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92214>

3. Абрамова, Е. Я. Электроснабжение промышленных предприятий. Курсовое проектирование : учебное пособие для СПО / Е. Я. Абрамова. — Саратов : Профобразование, 2020. — 121 с. — ISBN 978-5-4488-0538-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/922114.2.2>

Дополнительные учебные издания:

4. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. –214с.

Интернет ресурсы:

5. <http://www.minenergo.com/> Министерство энергетики Российской Федерации

6. <http://eprussia.ru/lib/> Энергетика и промышленность России

7. <http://forca.ru/> Энергетика, оборудование, документация

Электронно-библиотечная система:

8. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»

9. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»

10. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»

11. ЭБС «PROФобразование

12. ЭБС «Book.ru