**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсового проекта

по **ПМ 01. Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок**

**МДК 01.02. Электрооборудование промышленных и гражданских зданий**

**специальность 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий**

**СПб, 2022**



СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
3. Организация руководства курсовым проектированием.
4. Темы проектов и исходные данные для курсового проектирования
5. Содержание курсового проекта
6. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ
7. Назначение и техническая характеристика производственных механизмов
8. Расчет мощности и выбор электродвигателей главного привода металлорежущего станка
9. Расчет мощности и выбор электродвигателей механизма подъема и механизма передвижения мостового крана
10. Расчет мощности и выбор электродвигателей поршневого компрессора
11. Расчет мощности и выбор электродвигателей насосной установки
12. Расчет и выбор элементов управления электроприводом основных механизмов
13. Описание схемы управления механизмами
14. 3.ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА.
15. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение А

Приложение Б

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курсовой проект по МДК.01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий профессионального модуля ПМ.01. Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля учебной работы обучающегося.

Курсовой проект – это практическая деятельность студента по изучаемому профессиональному модулю конструкторского или технологического характера.

Настоящие методические указания определяют цели и задачи, порядок выполнения, содержат требования к оформлению курсового проекта и практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты. Подробное изучение рекомендаций и следование им позволит Вам избежать ошибок, сократит время и поможет качественно выполнить курсовой проект.

Выполнение курсового проекта по МДК.01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий профессионального модуля ПМ.01. Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок направлено на приобретение практического опыта по систематизации полученных знаний и практических умений, формированию профессиональных компетенций (ПК):

ПК 1.1. Организовывать и осуществлять эксплуатацию электроустановок промышленных и гражданских зданий

ПК 1.2. Организовывать и производить работы по выявлению неисправностей электроустановок промышленных и гражданских зданий

ПК 1.3. Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий

и общих компетенций (ОК):

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 с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках.

Курсовое проектирование по МДК 01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий профессионального модуля ПМ 01 Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий имеют целью привить студентам навыки практического применения знаний, полученных при изучении специальных дисциплин, для решения конкретных производственных задач.

В процессе проектирования решаются задачи:

1) приобретение навыков работы с научно-технической и справочной литературой, нормативными и руководящими документами;

2) углубление и обобщение знаний, полученных студентами на лекциях, практических и лабораторных занятиях, при прохождении производственных практик;

3) развитие навыков самостоятельного творчества студентов при решении задач по выбору схем электроснабжения и электрооборудования;

4) приобретение опыта проведения простейших самостоятельных исследований и использование результатов в решении практических вопросов проектирования электрической части.

В процессе работы над проектом студент должен:

1) стремиться к самостоятельности в решении всех вопросов выбора электрооборудования, автоматизации электропривода производственных механизмов, электроснабжения объекта, экономических обоснований и показателей;

2) показать способность правильного применения теоретических положений и практических методов расчетов;

3) уметь использовать передовые достижения науки и техники, обосновывать экономическую целесообразность их внедрения, четко и логично формулировать свои мысли и предложении.

Тема проекта выдается в соответствии со специальностью, по которой обучался студент, и утверждается приказом по техникуму. Разработки по теме должна быть реальными и применимы к практическому использованию. Целесообразно выполнение проектов, в основе которых лежат элементы научно-исследовательского или научно-технического характера.

Расчетно-пояснительная записка к проекту должна быть оформлена в соответствии с методическими указаниями по выполнению и оформлению курсовых проектов по специальности 08.02.09. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий и Едиными требованиями к структуре, объему, курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ (методические указания).

Курсовой проект подлежит обязательной защите.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Организация руководства курсовым проектированием**

Студентам очного обучения на 3 курсе перед прохождением производственной практики ПП01 по **ПМ01 Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок** предлагается перечень тем для курсового проектирования.

После выбора места практики и темы проекта студент должен получить консультацию и задание у руководителя проекта относительно содержания, порядка сбора материала, необходимой литературы и т.д. Задание выдают студенту на специальном бланке перед началом производственной практики. За время практики студент должен собрать полноценный фактический материал по теме проекта. В основу курсового проекта следует положить конкретный материал предприятия, являющегося базой производственной практики, при этом к установке нужно принимать перспективное электрооборудование и средства автоматизации. Студент должен изучить все новое, что появляется в теории и практике проектирования, организации производства монтажа, эксплуатации и ремонта электрооборудования и по мере возможности использовать это в своей работе.

Рекомендуется следующий общий порядок выполнения проекта:

1) подбор необходимого фактического материала и изучение рекомендуемой литературы по теме с конспектированием отдельных положений, составлением списка использованных первоисточников;

2) выполнение расчетно-пояснительной части проекта в последовательности, указанной в задании руководителем проекта;

3) оформление расчетно-пояснительной записки и графической части проекта.

Над проектом студент должен работать систематически, самостоятельно, изучая лекции, техническую и справочную литературу. Консультации по выполнению курсового проекта проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения **МДК.01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий**, так и по индивидуальному графику.

При подготовке проекта студент обязан посещать все консультации, регулярно представлять части курсового проекта для проверки руководителю. По окончании курсового проектирования представить работу в черновом варианте, а графику в тонких линиях. После внесения соответствующих исправлений проект, по решению руководителя, выполняется в чистовом варианте и представляется на окончательную проверку. Если проект удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям, он допускается к защите.

**Темы проектов и исходные данные для курсового проектирования**

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, соответствовать основным направлениям профессиональной деятельности специалиста, отражать достижения науки и техники, а также учитывать реальные нужды производства, где проходит практику студент, и соответствовать профилю специальности.

При определении тематики курсовых проектов необходимо учитывать требования рабочей программы.

Задание на курсовое проектирование составляется руководителем проекта и содержит название темы, развернутое ее содержание; количество и содержание чертежей.

Тема курсового проекта охватывает более широкий круг вопросов, обусловленных учебной программой МДК, но не выходит за рамки всего профессионального модуля.

В качестве примеров приведем некоторые конкретные темы проектов.

**а) Электропривод и электрооборудование производственного механизма или установки**

*1) Электропривод и электрооборудование крана.*

Для курсового проектирования используют мостовые краны грузоподъемностью 20 т и более. Кинематические схемы кранов могут быть как с одной, так и с двумя различными по грузоподъемности подъемными лебедками (например, 20/5, 50/12,5 и др.). Так же можно использовать и другие краны. Для кранов обязательно применять силовые и магнитные контролеры, имеющие достаточно сложную электрическую схему и позволяющие получать различные режимы работы привода.

При проектировании исходными данными являются: грузоподъемность, скорость и высота подъема груза; длина пути и скорость перемещения грузовой тележки; скорость перемещения крана и длина пролета цеха или подкрановых путей; конструкции и технические данные аналогичных кранов; угол поворота платформы, и вылет стрелы для поворотных кранов; диаметры барабанов подъемных лебедок и колес; кинематические схемы механизмов и общий вид крана с расположением электрооборудования на нем. В зависимости от заданных скоростей подъема груза и перемещения механизмов следует уточнить передаточные числа редукторов и подобрать новые модели электродвигателей с необходимой скоростью вращения.

*2) Электрооборудование и автоматизация компрессорной станции.*

При проектировании используют компрессоры для сжатия воздуха газа достаточно большой производительности с применением электродвигателей, мощностью более 100 кВт. Компрессорные установки обязательно должны быть автоматизированы. Двигатель получает управление от станции, с которой увязывается система автоматизации установки и соответствующая сигнализация. Компрессорная станция обычно содержит несколько компрессоров, поочередно находящихся в рабочих и дежурных режимах, для чего предусматривают переключатели режимов и устройства автоматического запуска и остановка компрессоров. Компрессоры большой производительности имеют электродвигатели 6 кВ, поэтому компрессорная станция должна иметь соответствующие пути управления, высоковольтное распределительное устройство, а иногда и собственную подстанцию. По усмотрению руководителя проекта (при сохранении общего объема работы) может быть сделан уклон на более детальную разработку автоматизации КС или на ее электроснабжение с полным рассмотрением вопросов по электрооборудованию подстанции.

При проектировании исходными материалами являются: производительность компрессора; величина рабочего давления воздуха или газа и давления всасывания; количество и тип компрессоров; технологическая схема установки; план и разрез КС с размещением оборудования.

*3) Электрооборудование насосных установок.*

Установки имеют нерегулируемый электропривод с асинхронным или синхронным электродвигателями. Поэтому для проектирования следует принимать установки значительной производительности и достаточно автоматизированные. Для управления двигателями надо применять комплектные устройства управления, которые дополняются устройствами автоматизации установки. Поэтому при проектировании электрооборудования насосной установки вопросам электроснабжения следует уделять значительное внимание.

По усмотрению руководителя в проекте можно больше уделить внимание электроприводу и автоматизации установки или электроснабжению.

При проектировании исходными данными являются: производительность и тип установки; величина рабочего давления; диаметр, длина и конфигурация сети трубопровода; план и разрез помещения, в котором установлено оборудование; количество насосов; степень автоматизации установки, план размещения и типы задвижек на трубопроводе.

*4) Электрооборудование металлорежущих станков.*

Для проектирования используют токарные, токарно-револьверные, карусельные, расточные, фрезерные, строгальные, шлифовальные и агрегатные станки, кузнечнопрессовые машины и автоматические линии.

Станки с несложным оборудованием входят обычно в состав проекта по электрооборудованию цеха как специальный вопрос. При проектировании исходными данными являются: тип станка или машины; основные технические данные; количество и назначение электродвигателей; их примерная мощность и скорость вращения; наличие реверса и торможения; диапазон и плавность регулирования скорости электрическим путем; последовательность операций (циклограммы); необходимые электрические блокировки; диаграмма тяговых усилий для продольно-строгальных станков; максимально допустимые нагрузки на наиболее слабые звенья привода станка; электрические и гидравлические схемы станков соответствующих моделей.

**1.3 Содержание курсового проекта**

Содержание задания может быть следующим в зависимости от темы проектов и вопросов, подлежащих разработке: По теме - **Электропривод и электрооборудование установок**

1) Краткая техническая характеристика и описание основных узлов установки или механизма и технологических особенностей.

2) Описание режимов и циклов работы отдельных механизмов.

3) Анализ недостатков существующей схемы управления.

4) Требования к электроприводу и автоматике.

5) Выбор рода тока и величины питающих напряжений.

6) Выбор системы электропривода, методов регулирования и торможения.

7) Внесение изменений в схему управления отдельных механизмов.

8) Расчет и проверка мощности электродвигателей и их выбор.

9) Расчет рабочих характеристик отдельных электродвигателей.

10) Расчет и выбор пусковых, регулировочных и тормозных резисторов.

11) Выбор аппаратов защиты и автоматики, плавких вставок и нагревателей тепловых реле.

12) Расчет уставок реле и автоматов.

13) Выбор элементов схемы управления (дросселей, потенциометров, добавочных сопротивлений).

14) Выбор проводов и питающих кабелей.

15) Подробное описание запроектированной схемы управления.

Расчетно-пояснительная записка к проекту должна быть написана в той же последовательности, которая предложена в задании и выполнена грамотно, с правильным применением технически терминов, определений и буквенных обозначений физических и математических величин. Расчеты, приводимые в записке, должны быть выполнены в системе единиц СИ. Рассмотрим содержание перечисленных в задании пунктов расчетно-пояснительной записки по теме проекта.

Курсовой проект по **МДК.01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий** состоит из двух частей:

1) Расчетно-пояснительная записка – 40…45 листов (печатного текста) бумаги формата А4.

2) Графическая часть – 1 лист формата А1 - принципиальная электрическая схема проектируемой установки; 2 лист формата А1 - схема управления электроприводом проектируемой установки.

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

**2.1 Назначение и техническая характеристика производственных механизмов.**

Известно, что любой производственный механизм, или установка, предназначается для определенных технологических операций. Например, кран - для подъема и перемещения грузов, токарный станок - для обтачивания деталей, пресс – для изготовления деталей давлением, компрессор - для подачи сжатого воздуха и т.д. в зависимости от масштабов производства и количества необходимой продукции (деталей, сжатого воздуха и пр.) в цехах устанавливаются определенного типа станки, краны соответствующей грузоподъемности, компрессоры определенной производительности и тому подобное оборудование и механизмы. При этом каждый производственный механизм имеет свои технические данные, по которым он выбирается для определенной работы.

Поэтому в самом начале проектирования необходимо охарактеризовать проектируемый производственный механизм по назначению, производительности, размеру устанавливаемых заготовок, грузоподъемности и пр., т. е. привести все технические данные, которые характеризуют этот механизм и могут быть использованы при расчетах в процессе проектирования. Подробное описание всех узлов и деталей машины приводить не следует, так как это перегрузит проект и вообще не входит в задание на проектирование электрооборудования. Затем следует дать краткое описание технологических операций, выполняемых данной машиной или механизмом, указать их последовательность, распределение по времени и другие специфические особенности работы этой машины по отдельным узлам и механизмам.

Далее приведем характеристики некоторых производственных механизмов.

*1) Металлорежущие станки.* Станки токарной группы относятся к наиболее распространенным металлорежущим станкам и широко применяются на промышленных предприятиях, в ремонтных мастерских и т. п. В эту группу входят: универсальные токарные и токарно-винторезные, револьверные, токарно-лобовые, карусельные, токарно-копировальные станки, токарные автоматы и полуавтоматы. Токарный станок, станок для обработки преимущественно тел вращения путём снятия с них стружки при точении. Токарный станок – один из древнейших станков, на основе которого создавались станки сверлильной, расточной и других групп. Токарные станки составляют значительную группу металлорежущих станков, отличаются большим разнообразием. На токарном станке можно выполнять различные виды токарной обработки: обтачивание цилиндрических, конических, фасонных поверхностей, подрезку торцов, отрезку, растачивание, а также сверление и развёртывание отверстий, нарезание резьбы и накатку рифлений, притирку. Основные узлы токарного станка: основание с корытом для сбора охлаждающей жидкости и стружки, станина направляющими суппорта и задней бабки; неподвижная передняя бабка со шпинделем и коробкой скоростей, которая может располагаться и в др. месте, например в основании; передвижная задняя бабка, закрепляемая на станине в определённом положении; коробка пода соединённая муфтами с ходовым валиком и ходовым винтом; фартук с механизмом передачи движения от ходового валика к рейке или к винту подачи поперечных салазок и с механизмом соединения маточной гайки с ходовым винтом; суппорт, состоящий из каретки движущейся по направляющим станины, поперечных салазок, перемещающихся по направляющим каретки; поворотная часть с направляющими для верхней каретки. Каретка и поперечные салазки перемещаются вручную или автоматически. В токарных станках некоторых моделей верхняя каретка также перемещается автоматически. В механизме фартука предусмотрена блокировка, исключающая одновременное включение подачи от ходового валика и ходового винта и одновременное включение каретки и поперечных салазок. Для быстрого хода суппорта служит дополнительный привод ходового валика от электродвигателя через обгонную муфту.

Заточный станок служит для затачивания металлорежущего инструмента. Различают заточные станки для абразивного и без абразивного затачивания. Преимущественное распространение имеют абразивные заточные станки. К ним относятся простые точила, специальные станки для резцов, свёрл, протяжек, плашек, некоторых зуборезных инструментов, универсальные станки для многолезвийного инструмента (фрез, зенкеров, развёрток, метчиков). Инструмент для абразивного затачивания - шлифовальный круг. Точильные заточные станки могут быть выполнены с одним или двумя шлифовальными кругами. Заточный станок для резцов, как правило, имеют подвижный суппорт, в котором закрепляется затачиваемый резец, или перемещающуюся относительно суппорта шлифовальную бабку; для установки резца под требуемым углом станок снабжен шкалой. Заточный станок для свёрл оснащены приспособлениями для получения заданных углов затачивания. Универсальные заточные станки имеют бабки, между центрами которых можно закреплять различный затачиваемый инструмент. Стол универсального заточного станка совершает возвратно-поступательное движение относительно вращающегося шлифовального круга. Заточный станок для без абразивного затачивания могут быть анодно-механическими электроискровыми и ультразвуковыми. Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских и фасонных поверхностей, прорезки прямых и винтовых канавок, нарезки резьба наружных и внутренних, зубчатых колес и т. п. Характерная особенность фрезерных станков - работа вращающимися многолезвийными режущими инструментами - фрезами. Главным движением υZ является вращение фрезы, движением подачи υп *-* перемещение изделия.

Фрезерные станки делятся на две основные группы: 1) станки общего назначения, к которым относятся горизонтальные, вертикальные и продольно-фрезерные станки; 2) специализированные станки - зубофрезерные, копировально-фрезерные и др.

3) *Вентиляторы вытяжек.* Вентиляторы - основа любой системы искусственной вентиляции. Вентиляторы подбирается с учетом двух основных параметров: производительности и полном давлении.

На промышленных предприятиях часто используется вытяжная и приточная вытяжная вентиляция, при которой из помещения не только удаляется воздух, но и подается приточный, прошедший предварительную обработку (очистка, увлажнение и нагревание). Главная задача этой системы – удаление вредных веществ, образованных вследствие производственной деятельности.

При всем многообразии систем вентиляции, обусловленном назначением помещений, характером технологического процесса, видом вредных выделений и

т. п., их можно классифицировать по следующим характерным признакам:

- по способу создания давления для перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением.

- по назначению: приточные и вытяжные.

- по зоне обслуживания: местные и общеобменные.

- по конструктивному исполнению: канальные и моноблочные

Чаще всего в мастерских применяется приточное вентиляционное оборудование. Оно способно создать комфортные условия для работы. А при помощи теплообменников и воздухоохладителей гарантирует подходящий микроклимат, с оптимальной температурой и влажностью.

Приточная вентиляция работает по следующему принципу: воздухообмен и замещение отработанного воздуха происходит за счет прибытия свежего. Строго она применяется для подачи чистого воздуха в воздуховоды с его последующим распределением. Встроенные вентиляционные калориферы, водяные калориферы, теплообменники и встроенные воздухоохладители позволяют фильтровать, подогревать, охлаждать и увлажнять поступающий воздух.

Вытяжная вентиляция требует монтажа отдельных вытяжных вентиляторов. Она применяется в «грязных» помещениях: цехах, промышленных объектах.

*4) Грузоподъемные механизмы.* Кранами называются грузоподъемные устройства, служащие для вертикального и горизонтального перемещения грузов на небольшие расстояния. По особенностям конструкции, связанным с назначением и условиями работы, краны разделяются на мостовые, портальные, козловые, башенные и др. В цехах предприятий электромашиностроения наибольшее распространение получили мостовые краны, с помощью которых производятся подъем и опускание тяжелых заготовок, деталей и узлов машин, а также их перемещение вдоль и поперек цеха. Вид мостового крана в основном определяется спецификой цеха и его технологией, однако многие узлы кранового оборудования, например механизмы подъема и передвижения, выполняются однотипными для различных разновидностей кранов.

У всех типов кранов основными механизмами для перемещения грузов являются подъемные лебедки и механизмы передвижения. Это позволяет выделить ряд общих вопросов электропривода кранов: расчет статических нагрузок, выбор двигателей по мощности, анализ режимов работы, выбор системы электропривода и другие. Для подъема и перемещения грузов в цехах промышленных предприятий, на заводских территориях и складах широко применяются подвесные электротележки грузоподъемностью от 0,1 до 5 т. Они меньше мостовых кранов, что сокращает размеры промышленных зданий, а их обслуживание не требует квалифицированного персонала. В подвесных электротележках в качестве грузоподъемного механизма применяется электросталь, состоящая из грузового канатного барабана, приводимое во вращение двигателем через редуктор. С главным валом привода подъема связаны диски электромагнитного тормоза. Электроталь смонтирована на ходовой тележке, колеса которой опираются на нижние полки двутавровой палки – монорельса и приводятся в движение от двигателя через цилиндрический редуктор (небольшие электротележки не имеют этого двигателя и перемещаются вручную).

Движение крюка вверх ограничивается конечным выключателем. Перемещение тележки по монорельсу также ограничивается конечными выключателями. Ток к двигателям подводится от контактных проводов (троллеев), подвешенных на уровне монорельса, при помощи токосъемников, укрепленных на кронштейне ходовой тележки. Подвесными электротележками оснащаются и кран-балки – легкие мостовые краны грузоподъемностью не более 5 т. Мост кран-балки, имеющий механизм перемещения с электроприводом, выполнен в виде одной балки, по которой движется ходовая электротележка.

Для привода подвесных электротележек, как правило, применяются трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором и лишь при большой грузоподъемности и необходимости регулирования скорости для плавной «посадки» грузов – асинхронные двигатели с фазным ротором. Электротележками с небольшой скоростью перемещения (0,2…0,5 м/с), имеющими привод от двигателей с короткозамкнутым ротором, обычно управляют с уровня пола (земли) при помощи подвесных кнопочных станций. В подвесных тележках и кран-балках с кабиной для оператора (при скорости движения 0,8…1,5 м/с) двигателями с фазным ротором управляют посредством контроллеров. Режим работы двигателей подвесных электротележек зависит от их назначения. Если грузы перемещают на небольшие расстояния, то двигатели работают в повторно-кратковременном режиме (например, у тележек, обслуживающих участки цехов или складов). Для тележек, транспортирующих грузы на территории завода на относительно большие размеры, режимы работы двигателей подъема и перемещения различны: для первых характерен кратковременный режим, для вторых – длительный. Мощность двигателей подъема и перемещения подвесных тележек определяется так же, как для двигателей механизмов мостового крана.

*5) Насосы.* Наиболее распространенными во всех отраслях техники, в том же числе и в системах водоснабжения, являются центробежные насосы.

Устройство центробежного насоса. Внутри корпуса насоса, имеющего спиральную форму, на валу жестко закреплено рабочее колесо. Рабочее колесо состоит из заднего и переднего дисков, между которыми установлены лопасти, отогнутые от радиального направления в сторону, противоположную направлению вращения рабочего колеса. С помощью патрубков и корпус насоса соединен со всасывающим и напорным трубопроводами.

Если при наполненных жидкостью корпусе и всасывающем трубопроводе привести во вращение рабочее колесо, то жидкость, находящаяся в каналах рабочего колеса (между его лопастями), под действием центробежной силы будет отбрасываться от центра колеса к периферии. В результате этого в центральной части колеса создается разрежение, а на периферии - повышенное давление. Под действием этого давления жидкость из насоса поступает в напорный трубопровод, а через всасывающий трубопровод под действием разрежения жидкость одновременно поступает в насос. Центробежные насосы могут быть не только одноступенчатые (с одним рабочим колесом), но и многоступенчатыми (с несколькими рабочими колесами). При этом принцип их действия во всех случаях остается одним и тем же – жидкость перемещается под действием центробежной силы, развиваемой вращающимся рабочим колесом.

Некоторое распространение получили диагональные насосы, конструкция которых совмещает в себе признаки центробежных и осевых насосов. В отличие от центробежных насосов в диагональных насосах поток выходит из колеса под углом 90, а около 45. Как и осевые, диагональные насосы, как правило, выпускают с вертикальным исполнением.

*6) Погружные насосы.* Для работы в сильно обводненных скважинах с содержанием в жидкости повышенных количеств песка были разработаны и внедрены в эксплуатацию специальные износоустойчивые насосы УЭЦН с некоторыми конструктивными изменениями (применены резина, пластмасса, хромистые стали), что повысило стойкость насоса против износа и коррозии.

Для привода центробежных погружных насосов изготовляются специальные погружные электродвигатели типа ПЭД, которые должны удовлетворять требованиям работы в скважине. Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных пластовой жидкости, содержащей нефть, воду и газ, и механические примеси. В зависимости от количества различных компонентов, содержащихся в откачиваемой жидкости, насосы установок имеют исполнение обычное и повышенной корозионно износостойкости.

В зависимости от диаметра эксплуатационной колонны, максимального поперечного габарита погружного агрегата, применяют ЭЦН различных групп – 5,5а, 6. Установка группы 5 с поперечным диаметром не менее 121,7 мм.

Установки группы 5а с поперечным габаритом 124 мм – в скважинах внутренним диаметром не менее 148,3 мм. Насосы также подразделяют на три условные группы – 5, 5 а, 6. Диаметры корпусов группы 5 – 92 мм, группы 5 а – 103 мм, группы 6 – 114 мм.

Установка УЭЦН состоит из погружного насосного агрегата (электродвигателя с гидрозащитой и насоса), кабельной линии (круглого плоского кабеля с муфтой кабельного ввода), колонны НКТ, оборудования устья скважины и наземного электрооборудования: трансформатора и станции управления (комплектного устройства). Трансформаторная подстанция преобразует напряжение промысловой сети до оптимальной величины на зажимах электродвигателя с учетом потерь напряжения в кабеле. Станция управления обеспечивает управление работой насосных агрегатов и его защиту при оптимальных режимах. Погружной насосный агрегат, состоящий из насоса и электродвигателя с гидрозащитой и компенсатора, опускается в скважину по НКТ. Кабельная линия обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю. Кабель крепится к НКТ, металлическими колесами. На длине насоса и протектора кабель плоский, прикреплен к ним металлическим колесами и защищен от повреждений кожухами и хомутами. Над секциями насоса устанавливаются обратный и сливной клапаны. Насос откачивает жидкость из скважины и подает ее на поверхность по колонне НКТ.

Оборудование устья скважины обеспечивает подвеску на фланце обсадной колонны НКТ с электронасосом и кабелем, герметизацию труб и кабеля, а также отвод добываемой жидкости в выходной трубопровод. Насос погружной, центробежный, секционный, многоступенчатый не отличается по принципу действия от обычных центробежный насосов. Отличие его в том, что он секционный, многоступенчатый, с малым диаметром рабочих ступеней – рабочих колес и направляющих аппаратов. Выпускаемые для нефтяной промышленности погружные насосы содержат от 1300 до 415 ступеней. Секции насоса, связанные фланцевыми соединениями, представляют собой металлический корпус. Изготовленный из стальной трубы длиной 5500 мм. Длина насоса определяется числом рабочих ступеней, число которых, в свою очередь, определяется основными параметрами насоса. – подачей и напором. Подача и напор ступеней зависят от поперечного сечения и конструкции проточной части (лопаток), а также от частоты вращения. В корпусе секций насоса вставляется пакет ступеней, представляющих собой собрание на валу рабочих колес и направляющих аппаратов. Рабочие колеса устанавливаются на валу на призматической шпонке по ходовой посадке и могут перемещаться в осевом направлении. Направляющие аппараты закреплены от поворота в корпусе ниппеля, расположенным в верхней части насоса. Снизу в корпус ввинчивают основание насоса с приемными отверстиями и фильтром, через которые жидкость из скважины поступает к первой ступени насоса. Верхний конец вала насоса вращается в подшипниках сальника и заканчивается специальной пяткой, воспринимающей нагрузку на вал и его вес через пружинное кольцо. Радиальные усилия в насосе воспринимаются подшипниками скольжения, устанавливаемыми в основании ниппеля и на валу насоса.

В верхней части насоса находится ловильная головка, в которой устанавливается обратный клапан и к которой крепится НКТ.

Электродвигатель погружной, трехфазовый, асинхронный, маслозаполнен-ный с короткозамкнутым ротором в обычном исполнении и коррозионностойком исполнениях ПЭДУ.

Гидрозащитой ПЭД состоит из протектора и компенсатора. Она предназначена для предохранения внутренней полости электродвигателя от попадания пластовой жидкости, а также компенсации температурных изменений объемов масла и его расхода. Протектор двухкамерный, с резиновой диафрагмой и торцевыми уплотнениями вала, компенсатор с резиновой диафрагмой.

Кабель трехжильный с полиэтиленовой изоляцией, бронированный. Кабельная линия, т.е. кабель, намотанный на барабан, к основанию которого присоединен удлинитель – плоский кабель с муфтой кабельного ввода. Каждая жила кабеля имеет слой изоляции и оболочку, подушки из прорезиненной ткани и брони. Три изолированные жилы плоского кабеля уложены параллельно в ряд, а круглового скручены по винтовой линии. Кабель в сборе имеет унифицированную муфту кабельного ввода К 38, К 46 круглого типа. В металлическом корпусе муфты герметично заделаны с помощью резинового уплотнения, к токопроводящим жилам прикреплены наконечники. 7) Насосные установки широко применяются на промышленных предприятиях для перекачивания (транспортировки) жидких сред – вязких жидкостей, а также технологической и охлаждающей воды.

Насосы ЦНС (рабочая температура до 45°С) и ЦНСГ (рабочая температура от 45°С до 105°С) предназначены для перекачивания воды, имеющей водородный показатель рН 7…8,5, с массовой долей механических примесей не более 0,1% (0,2% - для насосов с производительностью 105, 180, 300 м3/ч), размером твердых частиц не более 0,1 мм (0,2 мм – для насосов с производительностью 180, 300 м3/ч), микро твёрдостью не более 1,47 ГПа.

Насосы ЦНСМ предназначены для работы в масляной системе турбогенераторов для подачи масла в уплотняющие подшипники на период пуска, остановки и работы турбогенератора. Рабочая жидкость – масло турбинное Т22 ГОСТ 32-74, диапазон рабочих температур от 2°С до 60°С, вязкость кинематическая 20…23 сСт при температуре масла 50°С, плотность равна 0,9 г/см3 при температуре масла 20°С. Насосы ЦНСн предназначены для перекачивания обводненной (до 90%) газо-насыщенной и товарной нефти с температурой до 45°С, с плотностью 10…4 м2/с, имеющей ×700…1050 кг/м3, кинематической вязкостью не более 1,5 водородный показатель рН 7…8,5, давлением насыщенных паров не более 665 гПа, содержанием газа (объемное) не более 3%, парафина не более 20%, с содержанием механических примесей с размером твердых частиц до 0,2 мм и микро твёрдостью 1,47 ГПа – не более 0,2% в системах внутри промыслового сбора, подготовки и транспорта нефти.

Насос ЦНСАн - горизонтальный электронасосы агрегат с центробежным многоступенчатым секционным насосом предназначен для перекачивания обводненной (до 90%) газонасыщенной и товарной нефти с температурой от 0 до 45 гр. С в системах внутри промыслового сбора, подготовки и транспортировки нефти с плотностью 700…1050 кг/куб.м, кинематической вязкостью не более 1,5х10 в минус 4-ой степени м.квадр./сек, с рН = 7…8,5, содержанием газа не более 3%, парафина не более 20%, с содержанием механических примесей не более 0,2%, с размером частиц до 0,2 мм.

**2.4 Расчет мощности и выбор электродвигателей основных механизмов**

Основным требованием, предъявляемым рабочими механизмами к приводным двигателям, является обеспечение заданной производительности механизма при надлежащей надежности и экономичности работы. Это требование может быть удовлетворено лишь при условии выбора двигателя соответствующей мощности. Для этого надо рассчитать нагрузки привода не только при установившейся работе, но и в периоды переходных режимов. С этой целью рассчитываются и строятся нагрузочные диаграммы, на основании которых производится расчет двигателя на нагрев и дается заключение о его пригодности в данном приводе.

2.4.1 Расчёт мощности и выбор электродвигателей главного привода металлорежущего станка

Прежде чем приступить к расчету и выбору мощности электродвигателей главного привода металлорежущих станков, необходимо изучить главу 4 «Расчет и выбор ЭП металлорежущих станков» (3).

1) Расчёт мощности двигателя, работающего в длительном режиме с постоянной нагрузкой.

1.) Мощность резания определяется по формуле:

где FZ – усилие резания, Н;

скорость резания, м/с;

2) КПД стенка определяется как произведение КПД отдельных звеньев кинематической цепи при работе на данной скорости по формуле :

ηст = η1 \* η2 \* η3

3) Мощность на валу двигателя главного привода в установившемся режиме с учётом потерь в передачах определяется по формуле:

4) Выбор мощности двигателя производится по условию:

РН РД

при заданной скорости nc , об/мин.

Технические данные двигателей серии 4А приведены в справочнике.

5) По данным расчётов строится нагрузочная диаграмма (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Нагрузочная диаграмма

Проверка двигателя на перегрузочную способность в этом режиме не требуется, так как в течение всего времени работы *Р*н *P*д.

Проверка на нагрев также не требуется, так как нагрузка на валу двигателя не меняется и температура двигателя достигает установившегося значения.

Пример 1.

Скорость резания v =130 м/мин; сила резания FZ = 2700 Н; КПД на каждом переходе η1 = 0,8; η2 = 0,82; η3 = 0,85; nC =3000 об/мин

Выбрать двигатель главного привода станка, работающего в длительном режиме с постоянной нагрузкой. Построить нагрузочную диаграмму.

Решение

Определяем мощность резания по формуле:

PZ = FZ \* v \*10-3 /60

PZ = 2700\*130\*10-3 /60 = 5,86 кВт

2) Определяем КПД станка как произведение КПД отдельных звеньев кинематической цепи при работе на данной скорости:

ηСТ = η1 \* η2 \* η3;

ηСТ = 0,8\* 0,82\* 0,85 = 0,56

3) Определяем мощность на валу двигателя главного привода в установившемся режиме с учетом потерь в передачах:

РД = PZ/ ηСТ

РД =5,86/0,56 = 10,5 кВт

4) Производим выбор мощности двигателя по условию:

РН = 11 кВт РД = 10,5 кВт

Условие выполняется. Принимаем двигатель 4А132М2У3, 11 кВт, 2900 об/мин. при заданной скорости nC =3000 об/мин

5) По данным расчетов строится нагрузочная диаграмма (рис. 2.3)

*2) Расчет мощности двигателя, работающего в длительном режиме с переменной нагрузкой.*

2.1) Определяется мощность резания на каждом переходе по формуле:

PZi = FZ \* v \*10-3 /60, кВт

2.2)Определяется расчетная мощность на валу двигателя на каждом переходе:

РДi = PZi/ ηi , кВт,

где ηi – КПД станка на i - переходе

Для определения КПД на каждом переходе условно принимают максимальную мощность резания *P*zi.max за номинальную мощность *Р*н при номинальном КПД станка *η*н (значение *η*н принимается из исходных данных).

Затем рассчитывают коэффициенты загрузки на каждом переходе:

Кзi =

и определяют коэффициенты постоянных (**а)** и переменных (**б)** потерь:

а + б -

Для практических расчётов можно принять, что:

а = 0,6 \* (а+б)

б = 0,4 \* (а+б)

Тогда КПД станка на каждом переходе определится по выражению:

ηi = 1/ 1+;

Далее определятся расчетная мощность на валу двигателя на каждом переходе по формуле (2.6).

2.3) Мощность на валу двигателя в периоды пауз определяется из выражения с. 154, (3):

Р0 = а \* РZi max,кВт

где а – коэффициент постоянных потерь,

РZi max – максимальная мощность резания



Рис.2.4 Нагрузочная диаграмма.

2.4) По результатам расчётов строится нагрузочная диаграмма (см. рисунок 2.4)

2.5) По построенной диаграмме определяется эквивалентная мощность двигателя за цикл работы:

РЭКВ = , кВт

2.6) Выбор мощности двигателя по условию нагрева производится так:

РН РЭКВ

Технические данные двигателя принимаются по справочнику (7).

2.7) Проверка двигателя на перегрузочную способность необходима в том случае, если его номинальная мощность меньше расчётной мощности *P*д.i хотя бы на одном из переходов.

Проверка состоит в сравнении максимального статического момента двигателя (*М*ст.макс), определённого по мощности *Р*дi.макс наиболее загруженного перехода, с максимальным допустимым моментом для данного двигателя (*М*макс) с учётом возможного снижения напряжения в сети на 10%.

При условии:

Ммакс Мст макс

Выбранный двигатель устойчив к перегрузке.

Определение *М*макс и *М*ст.макс производится по формулам:

Ммакс = МН \* λ´,

где

МН = , Н\*м

λ´ - 0,81λ

λ =

Значения *Р*н, *n*н, λ = *М*макс/*М*н берутся из каталога на электродвигатель.

0,81 – коэффициент, учитывающий возможное снижение напряжения в сети на 10%.

Мсm.макх =

Если условие не выполняется, то необходимо принять двигатель с ближайшей большей мощностью к *Р*н и вновь выполнить проверку двигателя на перегрузочную способность.

2.4.2 Расчет мощностей и выбор электродвигателей механизма подъема и механизма передвижения мостового крана

Электродвигатели кранов работают в тяжелых условиях (ударная нагрузка, значительные перегрузки, повторно-кратковременный режим работы с частыми пусками и реверсами и т.д.), поэтому к ним предъявляются особые требования в отношении надежности и удобства эксплуатации.

Для привода механизмов кранов выпускаются специальные крановые двигатели повторно-кратковременного режима работы, отличающиеся от двигателей общего применения повышенной прочностью конструкции, увеличенной перегрузочной способностью, более нагревостойкой изоляцией и меньшим моментом инерции ротора за счет уменьшения его диаметра и увеличения длины. Основное конструктивное исполнение кранов двигателей - закрытое, с горизонтальным валом на лапах.

Для выполнения данного расчета необходимо знать:

1) Расчёт мощности двигателя механизма подъема мостового крана.

1.1) Определяется время подъема груза по формуле (время работы) по формуле:

tP =, мин

где Н – высота подъема, м

– скорость подъема;

0,75 – коэффициент, учитывающий среднюю высоту подъема;

Время подъёма крюка, спуска крюка и спуска груза принимаем равным времени подъема груза *t*р (изменение скорости на этих операциях не учитываем, так как двигатель ещё не выбран).

1.2) Определяется продолжительность включения двигателя подъема. Цикл работы механизма подъёма состоит из четырех операций: подъем и спуск груза; подъем и спуск пустого крюка. Эти операции разделяются паузами, во время которых работают механизмы передвижения моста и тележки (см. рисунок 2.43).

ПВрасч =

tp - время работы двигателя, мин.

t0 – время одной паузы, мин.

К значению ПВрасч,%, подбирается ближайшее стандартное значение продолжительности включения ПВном,% из следующего ряда: 15, 25, 40, 60, 100%.

1.3) Определяются статические нагрузки двигателя механизма подъема в следующих режимах:

а) при подъеме номинального груза по формуле:

Рnн =кВт

где *vn /*60 – скорость подъема в м/с;

GН – номинальная грузоподъемность, кг

G0 – вес крюка, кг

ηН - номинальный КПД механизма;

б) при подъеме пустого крюка по формуле:

Рn0 =кВт

где η0 - КПД механизма подъема при неполной загрузке, определяется по рисунку 2.6) в зависимости от коэффициента загрузки, равного *G*0 /(*G*н + *G*0) и номинального КПД механизма подъема η н;

в) при тормозном спуске номинального груза по формуле:

Рсн = кВт

Тормозной спуск применяется при опускании средних и тяжелых грузов. Двигатель создает тормозной момент, предотвращающий свободное падение груза;

г) при силовом спуске пустого крюка по формуле:

Рс0 =, кВт

Силовой спуск имеет место при опускании пустого крана или легких грузов, сила тяжести которых не способна преодолеть силы трения в механизме. В этом случае опускание груза производится двигателем, который создает движущий момент.



Рисунок 2.5. Расчетная нагрузочная диаграмма механизма подъема.

1.4) По значениям *Р*n.н, *Р*n.о, *Р*с.н, *Р*с.о, *t*р и *t*0 строится нагрузочная диаграмма (см. рисунок 2.5), по которой рассчитывается эквивалентная мощность *Р*экв за суммарное время рабочих операций, приведенная к ПВном % по формуле:

Рэкв = , кВт



Выбор двигателя производится по условию:

Рн Кз \*РЭКВ

При заданном значении nс и принятом в п. 2 значении ПВном%.

где *К*з = 1,1…1,4 - коэффициент запаса, учитывающий дополнительную загрузку двигателя в периоды пуска и электрического торможения.

Технические данные двигателей серии MTF, 4MT, 4МТК приведены в справочнике.

1.5) Выбранный двигатель проверяется по условиям допустимой кратковременной перегрузки по выражению:

0,75\*Ммах Мст.мах

где *М*мах - максимальный момент принятого двигателя, Нм;

0,75 - коэффициент, учитывающий для асинхронных двигателей снижение напряжения сети на (10…15) %;

*М*ст.мах - максимальное значение статического момента на валу двигателя, возможное при эксплуатации и испытаниях крана.

в данной задаче значение *М*ст.мах определяется по наибольшей из расчетных статических нагрузок *Р*n.н:

Мст.мах= Нм

где *n*н - номинальная скорость принятого двигателя.

Пример 3.

Номинальная грузоподъемность *G*н – 75000 кг; вес крюка *G*0 – 3500 кг. Высота подъема *Н* – 10 м; скорость подъема υn – 6,5 м/мин. Номинальный КПД ηн = 0,8. Время одной паузы *t*0 = 2 мин. Синхронная скорость двигателя *n*c = 1000 об/мин. Напряжение сети 380 В. Рассчитать мощность двигателя механизма подъема мостового крана; выбрать двигатель по каталогу; проверить на перегрузочную способность.

Решение

1) Определяем время подъема груза по формуле (время работы) по формуле:

tp == 1,2мин

2) Определяем продолжительность включения двигателя подъема по формуле:

ПВрасч = = 37,5 %

К значению ПВрасч, %, подбираем стандартное ближайшее значение продолжительности включения, ПВном % = 40 %.

3) Определяем статические нагрузки двигателя механизма подъема в следующих режимах:

а) при подъеме номинального груза по формуле:

Рnн = = 10,6 кВт

б) при подъеме пустого крюка по:

Рn0 = = 1,52 кВт

где η0 = 0,25 в зависимости от коэффициента загрузки, равного

= = 4,5%

и номинального КПД механизма подъема ηн = 0,8;

в) при тормозном спуске номинального груза:

Рс.н. = = 6,28 кВт

г) при силовом спуске пустого крюка:

Рс.0 = = 0,75 кВт

4) По значениям *Р*n.н, *Р*n.о, *Р*с.н, *Р*с.о, *t*р и *t*о строим нагрузочную диаграмму (см. рисунок 2.5), по которой рассчитываем эквивалентную мощность *Р*экв за суммарное время рабочих операций, приведенная к ПВном % по формуле:

РЭКВ = = 5,84 кВт

Выбор двигателя производится по условию:

Рн = 11 кВткз РЭКВ =1,3\*5,84 = 7,6 кВт

где кз = 1,3

При заданном значении nс и принятом значении ПВном% принимаем двигатель марки МТН311-6; *Р*н = 11 кВт; ПВ = 40%; *n*н = 940 об/мин;

*М*макс = 320 Нм;

5) Выбранный двигатель проверяем по условиям допустимой кратковременной перегрузки по выражению (2.29):

определяем максимальный статический момент по (2.30):

Мст.мах = 111,76 Нм

0,75\*Ммах = 0,75\*320 = 224Нм Мст.мах =111,76 Нм

Двигатель выбран верно.

2.4.3 Расчета мощности и выбор двигателя поршневого компрессора

Компрессоры работают, как правило, в длительном режиме с постоянной нагрузкой, поэтому их электроприводы нереверсивные с редкими пусками. Компрессоры имеют небольшие пусковые статические моменты до 20…25 *%* от номинального. Изучите §3.7 с. 123…315, (3).

Расчет мощности электродвигателя одноступенчатого поршневого компрессора.

1.1) Расчет мощности электродвигателя одноступенчатого поршневого компрессора производится по формуле с. 126, (3):

Ррасч = , кВт

где А = - работа изотермического и адиабатического сжатия 1м3 газа от *Р*н до *Р*к;

*к*з – коэффициент запаса, равный 1,05…1,15 и учитывающий не поддающие расчету факторы;

*Q*/60 – производительность компрессора, м3/с.

1.2) Изотермическое сжатие газа в компрессоре идет при *t*0 = const (в процессе сжатия от газа отводится все получающееся тепло, для чего необходимо применять весьма интенсивное охлаждение).

В этом случае работа, затрачиваемая на сжатие 1 м3 газа, определяется по формуле:

Аиз = 2,303Рнlg , Дж/м3

1.3) При адиабатическом сжатии к газу не подводится и от него не отво- дится тепло. При таком процессе работа, затрачиваемая на сжатие 1 м3 газа, определяется по формуле:

Аad = -1,Дж/м3

где *к* – показатель адиабаты (для воздуха *к* = 1,4).

Следует отметить, что изотермический и адиабатический процессы идеальные. В реальном компрессоре можно только с той или иной степенью точности говорить о приближении процесса сжатия к изотермическому и адиабатическому, поэтому величина работы и определяется полусуммой работ изотермического и адиабатического циклов.

Пример 5

Производительность одноступенчатого компрессора *Q* = 10 м3/мин; начальное давление *P*н = 1,0 · 105 Па; конечное давление *P*к = 4,0 · 105 Па. КПД компрессора *η*к = 0,85; КПД передачи *η*п = 0,99. Скорость вращения вала *n*с = 600 об/мин. Рассчитать мощность двигателя поршневого компрессора. Выбрать электродвигатель по каталогу.

Решение

1)Определим изотермическое сжатие газа в компрессоре по формуле:

Аиз = 2,303\*1,0\*105 lg = 138654 Дж/м3

2) Определим адиабатическое сжатие газа в компрессоре по формуле:

Аad = = 170304 Дж/м3

3)Определим работу сжатия компрессора:

А = = 154479 Дж/м3

4) Определим мощность электродвигателя одноступенчатого поршневого компрессора по формуле:

Ррасч = = 34,8 кВт

5) Выбираем двигатель по условию:

Рн = 37 кВт Ррасч = 34,8 кВт

Марка 4А250М10У3, *Р*н = 37 кВт; *n*н = 590 об/мин;



Рисунок 2.7 – Нагрузочная диаграмма

2.4.4 Расчета мощности и выбор двигателя насосной установки

Насосы относятся к числу механизмов с продолжительным режимом работы и постоянной нагрузкой. При отсутствии электрического регулирования скорости в насосных агрегатах небольшой мощности обычно применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, питаемые от сети 380 В. Для привода насосов мощностью свыше 100 кВт устанавливают асинхронные и синхронные двигатели на 6 и 10 кВ с прямым пуском, т.е. с включением на полное напряжение сети. Для выбора мощности двигателей насосов изучите §3.6 с. 118…123, (3).

Мощность двигателя насоса *Р*дв, кВт, определяется по формуле:

*Р*ДВ =

где *ρ* - плотность перекачиваемой жидкости, кг/м3;

*g* = 9,81 - ускорение свободного падения, м/с2;

*Q* - производительность насоса, м3/с;

*Н* - статический напор, м;

*η*н - КПД насоса, принимаемый: для поршневых насосов - 0,7…0,9; для центробежных насосов с давлением свыше 0,4·105 Па - 0,6…0,75; с давлением до 0,4·105 Па - 0,45…0,6;

*η*п - КПД передачи, равный 0,9…0,95;

*кз* - коэффициент запаса; рекомендуется принимать его 1,1…1,3 в зависимости от мощности двигателя;

3600 – переводной коэффициент из час в с.

2) По расчетной мощности двигателей выбирается из каталога его номинальная мощность по условию (2.46).

Вопрос о выборе типа двигателя окончательно решается с учетом общих положений и полученной расчетной мощности *Р*расч.

Технические данные синхронных двигателей серии СДК и асинхронных двигателей серий, 4А и АИ приведены в справочнике (7).

Двигатель работает в длительном режиме с практически постоянной нагрузкой, поэтому нагрузочная диаграмма будет иметь вид такой же как на рисунке 2.7.

**Расчет и выбор элементов управления электроприводом основных механизмов.**

В системах управления электроприводов основных механизмов нашли широкое применение низковольтные электрические аппараты: магнитные пускатели, контакторы, реле напряжения и тока, электромагниты и электромагнитные муфты, путевые выключатели и переключатели, автоматические выключатели и др.

2.6.1 Магнитные пускатели серий ПАЕ и ПМА предназначены для дистанционного управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором мощностью 17…75 кВт при напряжении сети 380 В, а также для защиты их от продолжительных перегрузок и токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Основное исполнение пускателей: с электромагнитом постоянного и переменного тока, реверсивные и нереверсивные, с тепловым и без теплового реле, открытого и защищенного исполнений, без кнопок и с кнопками управления и сигнальной лампой. Номинальный ток контактов главной цепи пускателя 40, 63, 110 и 160 А, контактов вспомогательной цепи - 6А.

Магнитные пускатели выбираются в следующем порядке:

Определяется номинальный ток двигателя по формуле:

Iном.дв. =

По величине этого тока из таблицы производится выбор пускателя таким образом, чтобы максимальный рабочий ток пускателя в категории применения АС-3 (пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке) был не менее номинального тока двигателя и максимально близким к нему.

2) Определяется номинальный ток уставки теплового реле.

Для лучшего согласования перегрузочной характеристики двигателя и защитной (время-токовой) характеристики реле номинальный ток уставки выбирается на 15…20% выше номинального тока двигателя, т.е.

Iуст.ном = (1,15 – 1,20)Iном.дв

так как в тепловое реле выбранного выше пускателя может быть установлен тепловой элемент с различным номинальным током (током срабатывания при нулевом положении регулятора), то из ряда этих токов для реле пускателя необходимо выбрать значение, ближайшее к *Iуст.ном* и проверить укладывается ли величина *Iуст.ном* в пределы регулирования номинального тока уставки (±25%).

2.6.2 Для защиты силовых цепей от к. з. и чрезмерных перегрузок в последние годы широкое применение получили автоматические выключатели (автоматы). Отечественная промышленность выпускает однополюсные автоматические выключатели для однофазного переменного тока, трехполюсные для трехфазного тока и двухполюсные для постоянного тока. Трехполюсный автоматический выключатель может быть снабжен: тремя электромагнитными расцепителями максимального тока, которые практически мгновенно (tотк ≈ 0,015…0,02 с) отключают аппарат при токах, превышающих номинальный в 6…10 раз, или тремя тепловыми расцепителями, которые отключают аппарат при продолжительных перегрузках на 25% за время не более 20 мин, и на 200…250% в течение 5…30 с.

Получили применение следующие типы автоматических выключателей:

АП50 - на Iном = 50 А при номинальном напряжении до 380 В переменного тока и 220 В постоянного тока, с номинальными токами расцепителей от 1,6 до 50 А, ток мгновенного срабатывания (отсечка) может устанавливаться 5,7 и 10/ном;

АЕ2000 - на Iном = 10, 25, 63 и 100 А для установки в электрических цепях напряжением до 5.00 В переменного и до 220 В постоянного тока, с комбинированным расцепителем на Iотс = 12Iном ± 20%. Выключатели изго-товляются с передним и задним присоединением проводов, имеют температурную компенсацию, позволяют регулировать ток уставки теплового расцепителя в пределах от 0,95 до 1,15 Iном, могут быть встроены в комплектные устройства. Расчет и выбор автоматических выключателей приведен выше.

2.6.3 Крановые силовые кулачковые контроллеры. С помощью их осуществляются пуск, остановка, реверс и регулирование угловой скорости крановых электродвигателей как постоянного, так переменного тока. В настоящее время силовые контроллеры применяются для переключений в главных цепях двигателей мощностью до 30 кВт при Л, С и Т режимах работы механизмов крана и от 30 до 75 кВт при Л и С режимах. Приводным органом кулачковых контроллеров на постоянном токе является маховичок, а на переменном токе - рукоятка. Каждое рабочее, а также нейтральное (нулевое) положение имеет фиксацию.

Для управления асинхронными двигателями с фазным ротором предназначены контроллеры типов ККТ-61 и ККТ-61А, ККТ-62 и ККТ-62А, ККТ-68А, ККТ-101, ККТ-102, имеющие симметричную для обоих направлений движения механизма схему замыкания контактов. В контроллере ККТ-68А обмотки статора двигателя коммутируются двумя контактами реверса. Для управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором выпускаются контроллеры типа ККТ-6З, а для механизмов подъёма - также типа ККТ-64.

В схемах управления двигателями постоянного тока применяются силовые контроллеры типов ККП-101 для механизмов передвижения кранов и ККП-102 для механизмов подъема.

2.6.4 Магнитные контроллеры. Они служат для управления двигателями механизмов кранов средней и большой производительности при мощностях двигателей до 150 кВт и напряженном режиме работы с высокой частотой включений.

Магнитные контроллеры используются для приводов мощностью до 10 кВт при ВТ режиме, до 30 кВт при Т и ВТ режимах в свыше 30 кВт при С, Т и ВТ режимах. В таких контроллерах все переключения в силовых цепях двигателей производятся контакторами, катушки которых получают питание через контакты малогабаритного командоконтроллера типа КП, установленного в кабине, а аппаратура управления и защиты (контакторы, реле и др.) монтируется на специальной панели, которая выносится на мост крана. Приводным органом командоконтроллера служит рукоятка. Магнитные контроллеры являются наиболее универсальным средством управления крановыми электроприводами.

Конструктивно панели магнитных контроллеров выполняются в двух вариантах: каркасно-реечными и панельными на изоляционных досках.

Для управления двигателями механизмов передвижения используются магнитные контроллеры трех серий П, Т и К, У контроллеров серии П силовые цепи управления получают питание от сети постоянного тока, у контроллеров серии Т - от сети переменного тока. В контроллерах серии К применяются аппараты управления постоянного тока, которые более надежны в эксплуатации и допускают большую частоту включений, чем контакторы и реле переменного тока. Все указанные контроллеры имеют симметричные схемы.

Для управления электроприводами механизмов подъема применяются несимметричные магнитные контроллеры серий ПС, ТС и КС, которые позволяют получать от двигателя низкие посадочные скорости при спуске грузов. Буква А в обозначении типа контроллера подчеркивает, что управление двигателем автоматизировано в функции времени или ЭДС, например ПСА, ТСА и др.

2.5.5 Крановые конечные выключатели. Крановые конечные выключатели служат для предотвращения перехода механизмами предельно допустимых положений (ограничение подъема грузозахватывающего устройства, или хода тележек и мостов), а также блокировки открывания люков и дверей кабины.

Указанная защита преимущественно выполняется посредством рычажных конечных выключателей поворотного типа, которые проще по устройству и надежнее в работе, чем выключатели нажимного типа.

Для механизмов передвижения чаще всего используют выключатели с самовозвратом в исходное положение. Для ограничения верхнего положения крюка применяется выключатель с грузовым приводом. Если необходимо ограничить и верхнее и нижнее положения захватывающего устройства, то устанавливают вращающиеся конечные выключатели, связанные с одним из валов механизма подъема.

В схемах управления крановыми электроприводами применяются следующие типы конечных выключателей: КУ-701 и КУ-706 - рычажные с самовозвратом (для механизмов передвижения); КУ-703 - с самовозвратом под действием груза (для механизмов подъема).

2.6.6 Резисторы в крановых электроприводах применяются для пуска, регулирования угловой скорости и торможения двигателей, для цепей возбуждения и управления, а также для тормозных и подъемных электромагнитов. Стандартные ящики резисторов выполняются с литыми чугунными (серии ЯС), ленточными фехралевыми (серии КФ) или прополочными константановыми (серии НС) элементами, имеющими одинаковый длительно допустимый ток для всех секций ящика. Из комбинаций таких ящиков или включения различных секций последовательно и параллельно можно подобрать любые необходимые сочетания ступеней сопротивлению.

Крановые резисторы выбираются по условиям повторно-кратковременного режима работы. Номинальную продолжительность включения ПВ0 принимают различной в зависимости от режима работы крана. Например, для кранов общего назначения при легком режиме работы для резисторов ПВ = 12,5%, для среднего ре. жима ПВ = 25%, для тяжелого ПВ = 30%. Следует помнить, что не все ступени сопротивления находятся в одинаковых условиях в отношении нагрева: при пуске продолжительность включения больше для тех ступеней, которые отключаются последними. Кроме того, больше вероятность включения тех же ступеней при регулировании угловой скорости двигателя. Поэтому значение относятся только к последней ступени, а для остальных ступеней выбирают значения ПВ, убывающие пропорционально доли сопротивления, выводимой при замыкании каждой ступени.

2.6.7 Реле токовые тепловые серии РТТ предназначены для защиты трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором от длительных перегрузок (*I*пер *I*ном), а также от перегрузок, возникающих при обрыве одной из фаз. Реле выпускаются на номинальные токи 10, 25, 63 и 160 А, допускают регулирование тока несрабатывания в пределах (0,85...1,0) Iном.теп.рас, имеют ускоренное срабатывание при обрыве одной из фаз и другие особенности.

Реле промежуточные универсальные электромагнитные серии РПУ-4 предназначены для работы в цепях управления электроприводами напряжением до 440 В частоты 50 Гц и 220 В. Втягивающие катушки реле могут питаться как переменным током (*U*ном,кат от 12 до 440 В), так и постоянным (*U*ном.кат от 12 до 220 В), номинальный и длительно допустимый ток контактов - 6 и 10 А. Контактная система и частично электромагнит закрыты прозрачным кожухом от случайного прикосновения и попадания пыли.

2.6.8 Электромагнитные муфты. В станкостроении широко применяются многодисковые фрикционные электромагнитные муфты со смазкой, которые используются для пуска, торможения, реверсирования и дистанционного пе-реключения на ходу ступеней скорости кинематических цепей станков в главном приводе и в приводах подачи. Электромагнитные муфты позволяют переключать скорости и подачи во время работы станка как вхолостую, так и под нагрузкой.

**2.7. Описание схемы управления механизмами**

Рассмотрение принципиальных схем производится с применением условных буквенных обозначений элементов. Контактные группы элементов имеют полную нумерацию, что облегчает их отыскание в схемах, особенно разветвленных. Принципиальные электрические схемы различных механизмов представлены в (10).

Электропривод металлорежущих станков. На современных токарных, токарно-винторезных и револьверных станках широко применяется автоматизация вспомогательных движений, а также дистанционное управление механизмами станка. Особенностью токарно-револьверных станков является автоматическое переключение скорости шпинделя и подачи без остановки станка, которое производится с помощью электромагнитных муфт, встроенных в коробку скоростей и коробку подач.

Принципиальные электрические схемы управления ЭП металлорежущими станками в § 4.2…4.8. Принципиальная электрическая схема электропривод подвесной тележки представлена в §3.2 с. 214…219, наземной тележки с. 219…222.

Электропривод компрессорных установок. Схемы представлены в §2.3 с.182…186 и с. 188…195.

Электропривод насосных установок. Принципиальная электрическая схема АУ задвижкой центробежного насосного агрегата представлен в §2.4 с. 202…205, (6); принципиальная электрическая схема АУ двумя откачивающими насосами на с. 206…209.

**3.ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА**.

В данном разделе приводятся основные правила безопасного ведения работ согласно теме проекта. Как правило, раздел состоит из трех подразделов. Могут быть рассмотрены следующие вопросы:

1) Мероприятия по технике безопасности при обслуживании электрооборудования.

2) Составление инструкции по технике безопасности при Монтаже (эксплуатации, ремонте) электрооборудования.

3) Составление ведомости специального инвентаря и принадлежностей по технике безопасности при эксплуатации и обслуживании электрооборудования.

4) Противопожарные мероприятия и составление ведомости противопожарного инвентаря.

Требования, предъявляемые правилами техники безопасности к электроустановкам подстанций и РУ, удовлетворяются проведением ряда мероприятий, а именно:

- применение соответствующих предупредительных плакатов и защитных ограждений, препятствующих доступу к неизолированным частям электроустановок, находящихся под напряжением;

- сооружением защитного заземления или отключение, предотвращающих опасность прикосновения людей к металлическим частям оборудования, нормально не находящимся под напряжением;

- защитных средств (изолирующих подставок, бот, рукавиц, штанг, блокировок и пр.);

- надлежащим организационным оформлением производственных работ, а также выполнением других мер обеспечивающих безопасность проведение работ в электроустановках в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Руководящие указания по защите персонала, обслуживающего электрооборудование от воздействия электрического поля регламентируют мероприятия по снижению напряженности электрического поля на рабочих местах при эксплуатациях и ремонтных работах.

Лица, обслуживающие электроустановки, изучают ПТБ, сдают их в объеме, обязательном для занимаемой должности, и им присваивается определенная группа по электробезопасности.

При осмотре электроустановок главным является то, чтобы не приблизиться к токоведущим частям на расстоянии, меньше чем указано в ПТБ, не проникать за ограждение и барьеры ячеек и камер РУ. Если электродвигатели силовой установки работают при напряжении выше 1000 В, например 6 кВ, и получает питание от шин РУ подстанции, то необходимо на этой подстанции отключить питающий кабель выключателя и разъединителя, запереть их приводы и вывести на приводах выключателя и разъединителя запрещающие плакаты.

Для безопасного проведения работ в электроустановках производят организационные и технические мероприятия.

Организационные мероприятия включают в себя:

- утверждение перечней работ, выполняемых по нарядам, распоряжениям и в порядке текущей эксплуатации;

- назначение лиц, ответственных за безопасное ведение работ;

- оформление работ нарядом, распоряжением или утверждением перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатаций;

- подготовка рабочих мест;

- допуск к работам;

- надзор во время ведения работ;

- перевод на другое рабочее место; оформление перерывов в работе и ее окончание.

Ответственными лицами за безопасное проведение работ являются:

выдающий наряд;

1) лицо, выдающий разрешение на подготовку рабочего места;

2) подготавливающий и допускающий к рабочему месту;

3) руководитель работ;

4) наблюдающий член бригады.

Для безопасного проведения работ в электроустановках необходимо выполнять следующие технические мероприятия:

1) Произвести необходимое отключение и принять меры препятствующие подаче напряжения на место работы, в следствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппарату.

2) На приводах ручного и ключа дистанционного управления коммутационной аппаратуры, вывешить запрещающие плакаты.

3) Проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены.

4) Наложить заземление.

5) Вывесить предупреждающие плакаты, при необходимости оградить рабочее место.

При выполнении пункта по составлению инструкций по технике безопасности при эксплуатации электрооборудования направленность вопроса может быть разная, например:

- составление инструкции по технике безопасности при работе с высоковольтными выключателями;

- составление инструкции по технике безопасности при работе с электродвигателями;

- составление инструкции по технике безопасности при замене плавких предохранителей;

- составление инструкции по технике безопасности при обслуживании трансформатора;

- составление инструкции по технике безопасности при эксплуатации станций управления погружными электродвигателями;

- составление инструкции по технике безопасности при работе с осветительными приборами;

- составление инструкции по технике безопасности при оперативных переключениях на подстанции;

составление инструкции по технике безопасности при замене счетчиков по учету электроэнергии;

- составление инструкции по технике безопасности при работе во вторичных цепях;

- составление инструкции по технике безопасности при работе на высоте;

- составление инструкции по технике безопасности при обслуживании цепей релейной защиты;

- составление инструкции по техника безопасности при эксплуатации воздушных линий;

- составление инструкции по техника безопасности при эксплуатации

- разрядников;

- оставление инструкции по ТБ при работе с автоматическими выключателями.

В пункте противопожарной защиты рассматриваются основные положения противопожарного режима предприятий.

Все рабочие и служащие промышленных предприятий проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из противопожарного инструктажа (первичного и повторного) и занятий по пожарно-техническому минимуму, проводимых по специальной программе.

Первичный (вводный) инструктаж о соблюдении мер пожарной безопасности должны проходить все вновь принимаемые на работу рабочие и служащие. Для проведения первичного противопожарного инструктажа на предприятии должно быть выделено специальное помещение, оборудованное необходимыми наглядными пособиями. Первичный противопожарный инструктаж можно проводить одновременно с инструктажем по технике безопасности.

Повторный инструктаж (вторичный) проводится на рабочем месте работником, ответственным за пожарную безопасность цеха, мастерской, производственного участка и т. п.

Во время повторного инструктажа, проводимого непосредственно на рабочем месте, вновь принятого работника знакомят с правилами пожарной безопасности в данном цехе (мастерской, лаборатории), с технологическими установками повышенной пожарной опасности, средствами пожаротушения и правилами пользования ими, способами вызова пожарной команды или сбора местной ДПД. При повторном инструктаже необходимо отработать действия при тушении пожара с использованием местных средств пожаротушения. Повторный инструктаж проводится также при переводе работника или служащего с одного участка работы на другой.

Проведение инструктажей фиксируется в специальном журнале, в котором указывается дата проведения инструктажа, кто его проводил, в какой цех и на какую должность направляется инструктируемый.

Противопожарный режим на производстве означает соблюдение работающими ряда специальных указании и противопожарных правил применительно к условиям данного производства.

Основные элементы противопожарного оборудования огнетушители, ящики с сухим песком, листовой асбест и лопаты. При эксплуатации огнетушителей необходимо систематически следить за их исправностью; проверять один раз в месяц весовой заряд углекислоты, находящейся в огнетушителях; оберегать их от нагрева солнцем или другими источниками теплоты, а также ударов. Доступ к огнетушителям должен быть свободен. Для предотвращения загораний, пожаров и взрывов на производстве важное значение имеет правильно организованная профилактика, особенно при выполнении огневых работ.

Список литературы

Основные источники

1) Акимова, Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования [Текст]: учеб. пособие для студ. сред. проф. образования/ Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под общей ред. Н.Ф. Котеленца. – 9-е изд.– М.: Академия, 2012. – 304 с.

2) Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Москаленко. - М.: ИНФРА-М, 2014. – 208 с. (ЭБС Znanium.com). Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=402711

3) Шеховцов, В.П. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов: Учебное пособие / В.П. Шеховцов. - 2-e изд. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с.

4) Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование [Текст]: учеб./ В.П. Шеховцов – 3-е изд. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 416 с.

Дополнительные источники:

5) Правила устройства электроустановок. 7-е и 6-е издания [Текст]. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2012. – 1168 с.

6) Шеховцов, В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Шеховцов. - М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2015. - 352 с. (ЭБС Znanium.com). Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=494251

7) Шеховцов, В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению [Электронный ресурс]: справочник /В.П. Шеховцов В.П. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. - 136 с. (ЭБС Znanium.com). Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=536570

Интернет-ресурсы (И-Р):

8) http://www4.electromonter.info/ Режим доспупа <http://www.edu.ru/modules.php?page_id=6&name=Web_Links&l_op=viewlinkinfo&lid=84831>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Форма бланка задания на курсовое проектирование

 СОГЛАСОВАНО Председатель МО

специальности\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (код и наименование)

 \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (подпись) (ФИО) «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Программа подготовки специалистов среднего звена по

специальности

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(код и наименование)

 ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование

 по дисциплине /междисциплинарному курсу \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (в составе ПМ \_\_\_\_\_\_) (индекс и наименование)

студенту группы №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема курсового проекта

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Исходные данные: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (по мере необходимости) Состав и объём курсового проекта :

I. Пояснительная записка (не менее \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ страниц формата А4), в том числе:

- титульный лист;

- задание на курсовое проектирование;

- содержание;

- введение; - основная часть,

состоящая из разделов:

 1………..

 2. ……….

 - заключение;

 - список используемых источников

 - приложения:

 II. Графическая часть (не менее \_\_\_ листов формат А\_\_\_) (по мере необходимости), в том числе:

 1………

 2………

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г

 Срок выполнения курсового проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г

Руководитель курсового проекта : Должность\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Задание получил. Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г

 Студент группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Форма бланка рецензии на курсовую работу (проект)

**РЕЦЕНЗИЯ**

**на курсовой проект**

 по учебной дисциплине\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

МДК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в составе ПМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СтудентаФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа №\_\_\_\_\_\_\_

Специальность\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема курсового проекта:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1.Соответствие содержания проекта заданию:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Актуальность тематики, положительные стороны и недостатки работы; ссылка на

современные достижения науки и техники:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Полнота, глубина и особенности решения поставленных вопросов:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Грамотность изложения вопросов темы, степень соответствия оформления

работы требованиям ГОСТ/ ЕСКД/ЕСТД, качество и полнота приложений:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Возможность и место практического использования проекта или ее отдельных

частей:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6.Вопросы, замечания, предложения по содержанию проекта:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.Рекомендуемая оценка проекта («отлично»,«хорошо»,«удовлетворительно»,«неудовлетворительно»):\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент

Должность\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_подпись\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_\_\_\_\_г