

*Приложение 1.2.1.1 к ОПОП-П по
специальности 15.02.03 Техническая
эксплуатация гидравлических
машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА
МДК 02.01 ОБЪЕМНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ
ПРИВОДЫ, ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА**
для обучающихся специальности
15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механического, гидравлического
оборудования и автоматизации»
Председатель О.В. Коровченко
Протокол № 5 от «31»января 2024г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от «21»февраля 2024г.

Разработчик:

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера) И.П. Ившин
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания по выполнению курсового проекта разработаны на основе рабочей программы «ПМ 02. Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий»

Содержание курсового проекта ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Общие положения	5
2. Структура курсового проекта	8
3 Требования к оформлению пояснительной записки	8
4 Требования к изложению текста курсового проекта	32
5 Оформление иллюстраций и таблиц	33
6 Требования к оформлению графической части	33
7 Список использованных источников	35
8 Защита курсового проекта	35
9 Критерии оценки курсового проекта	35
Оценка образовательных достижений обучающегося	36
Приложение А	45
Приложение Б	46

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для обучающихся очной формы обучения в качестве регламентирующего материала по выполнению и предоставлению курсового проекта по модулю ПМ. 02. Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК.02.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика для специальности 15.02.03 «Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики»

Выполнение курсового проекта рассматривается как вид учебной деятельности по профессиональному модулю профессионального учебного цикла и реализуется в пределах времени, отведенного на его изучение.

Выполнение обучающимся курсового проекта по профессиональному модулю проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по специальным дисциплинам и междисциплинарным курсам;
- углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных задач, использовать справочную, нормативную и научно-техническую литературу (формирование профессиональных компетенций);
- формирование общих и профессиональных компетенций – развитие творческой инициативы, дисциплинированности, целеустремлённости, аккуратности, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовка к государственной итоговой аттестации (ГИА).

1 Общие положения

В соответствии с рабочей программой ПМ. 02. Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК.02.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика, предусмотрено выполнение курсового проекта.

Курсовой проект является одним из основных видов учебной деятельности и формой контроля учебной работы обучающихся.

Продолжительность выполнения курсового проекта— 40 часов. Курсовой проект осуществляется на заключительном этапе изучения профессионального модуля, в ходе которого формируются умения, ПК и ОК при решении задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

Курсовой проект выполняется после изучения теоретической части МДК.02.01 Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика.

В результате выполнения курсового проекта, Вы будете уметь:

- проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;
- проектировать системы управления;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- составлять функциональную циклограмму;
- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;
- использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Содержание курсового проектирования ориентировано на формирование общих компетенций:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и

интерпретации информации и информационные технологии ДЛЯ выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

Курсовой проект (работа) по дисциплине (профессиональному модулю) выполняется в сроки, определённые рабочим учебным планом по программе подготовке специалистов среднего звена.

Процесс выполнения курсовых проектов (работ) включает следующие этапы:

- 1 Изучение настоящих методических указаний.
 - 2 Выбор темы и её согласование с руководителем.
 - 3 Формулировка цели и составление плана.
 - 4 Подбор, изучение и анализ содержания источников
 - 5 Сбор и обобщение материалов, проведение исследований и анализ результатов практической (экспериментальной) части работы.
 - 7 Разработка практической части, формулировка выводов и рекомендаций.
 - 8 Оформление списка литературы.
 - 9 Подготовка к защите и защита курсового проекта (работы).
- Контроль за выполнением разделов КП осуществляется преподавателем-консультантом, заведующим отделением.

Примерная тематика курсового проекта:

1. Проектирование гидропривода перемещения холодильника
2. Проектирование гидропривода перемещения тележки промковша
3. Проектирование гидропривода подвижных роликов
4. Проектирование гидропривода тянущей клетки
5. Проектирование гидропривода механизма перемещения тележки промковша
6. Проектирование гидропривода механизма тянущего ролика

7. Проектирование гидропривода устройства перемещения цилиндров тележки для промковша
8. Проектирование гидропривода устройства управления стопора промышленного сталековша
9. Проектирование гидропривода перемещения тележки стального ковша
10. Проектирование гидропривода подъема заготовки
11. Проектирование гидропривода устройства управления стопора
12. Проектирование гидропривода движения опорного ролика
13. Проектирование гидропривода механизмов углезагрузочной машины
14. Проектирование гидропривода движения устройства управления стопором тележки
15. Проектирование гидропривода устройства управления стопором тележки промковша
16. Проектирование гидропривода устройства управления стопором тележки промковша
17. Проектирование гидропривода подъема затравки

2. Структура курсового проекта

Структура курсового проекта включает:

- текстовый документ (ТД) в виде пояснительной записки;
- графический материал.

Расчётно-пояснительная записка должна содержать необходимые технические расчеты, описание работы машины, характеристику устройства и работу механизмов гидропривода металлургического агрегата, правила технической эксплуатации гидропривода, организацию ТООР гидропривода, охрану труда.

-Объём *пояснительной записки* курсового проекта должен быть не менее 50 – 60 страниц печатного текста.

-Объём *графической части* – два листа формата А1.

Демонстрационные листы в виде схем, графиков, фотографий, чертежей являются элементами ТД и служат для наглядного представления материала работы при ее публичной защите.

3 Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка является неотъемлемой частью курсового проекта и представляется вместе с графической частью.

Пояснительная записка курсового проекта включает:

- введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель выполнения курсового проекта;
- исходные данные для выполнения курсового проекта
- разделы курсового проекта:

1.1 Краткий анализ технологического процесса и основного механического оборудования

1.2 Устройство и работа машины (механизма) и его гидропривода;

1.3 Анализ существующих конструкций;

1.4 Правила технической эксплуатации гидропривода.

2. Специальная часть:

2.1 Выбор исходных данных и обоснование принципиальной гидравлической схемы;

2.2 Выбор рабочей жидкости;

2.3 Выбор насоса;

2.4 Определение основных параметров гидродвигателя;

2.5 Расчет гидродвигателя на прочность;

2.6 Выбор гидравлической аппаратуры;

2.7 Выбор фильтров;

2.8 Гидравлический расчет трубопровода;

2.9 Расчет потерь давления в гидросистеме;

- 2.10 Проверочный расчет гидропривода;
- 2.11 Определение мощности и КПД гидропривода.
- 3. Организация производства
 - 3.1 Краткое описание организации ТООИР в цехе;
 - 3.2 Технология проведения капитального ремонта;
 - 3.3 Мероприятия по повышению надежности оборудования;
 - 3.4 Схема и карта смазывания.
- 4. Охрана труда.
 - 4.1 Мероприятия по технике безопасности и противопожарная защита в цехе;
 - 4.2 Охрана окружающей среды в условиях цеха.
- Заключение
 - перечень используемых источников;
 - приложения.

Оформление пояснительной записки должно строго соответствовать

- СМК-О-СМГТУ-42-09 Курсовая работа (проект): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления;
- СМК-О-К-РИ-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсовой работы (проекта).

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ и ЛИСТ ЗАДАНИЕ заполняются в соответствии с примером, приведенным в ГОСТ.

СОДЕРЖАНИЕ

В содержании указывается полная структура курсового проекта, с соответствующей нумерацией страниц.

ВВЕДЕНИЕ

Во введении указывают цель работы, область применения разработки, ее научное, техническое и практическое значение, экономическую целесообразность.

Во введении следует:

- раскрыть актуальность темы;
- охарактеризовать проблему, к которой относится тема, изложить историю вопроса, дать оценку современному состоянию теории и практики, привести характеристику базовой отрасли (подотрасли) промышленности;
- сформулировать задачи по теме работы;
- перечислить методы и средства, с помощью которых будут решаться поставленные задачи;

- кратко изложить ожидаемые результаты, в том числе технико-экономическую целесообразность разработки данной темы.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Общая часть прорабатывается в соответствии с заданием, выданным руководителем при составлении подробного плана, в котором указывается полный перечень всех вопросов, подлежащих рассмотрению в курсовом проекте.

Краткий анализ технологического процесса и основного механического оборудования цеха ПАО «ММК»

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание технологического процесса, назначение и применение механического оборудования в зависимости от технологического процесса.

Описание технологического процесса

Эта часть пояснительной записки должна содержать подробное описание технологического процесса протекающего в цехе, в зависимости от его назначения, характеристику оборудования.

Устройство и работа машины и его гидропривода

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание назначения, устройства и принципа работы механизма.

Анализ существующих конструкций

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание применения гидропривода в металлургическом оборудовании, анализ гидроприводов применяемых в доменных цехах, в оборудовании сталеплавильного производства, в оборудовании прокатных цехов, их преимущества и недостатки.

Правила технической эксплуатации гидропривода

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание организационные основы эксплуатации гидроприводов, обеспечение оптимальных режимов и условий эксплуатации, причины и методы устранения часто встречающихся отказов гидропривода.

В зависимости от выбранной тематики курсового проекта структура и порядок разделов общей части могут быть изменены

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Специальная часть курсового проекта включает расчеты, необходимые для выполнения курсового проекта и подтверждающие эффективность предложенных мероприятий по повышению надёжности узла или механизма гидропривода.

Как правило, содержание специальной части дипломного проекта по гидроприводу включает следующие пункты:

2.1 Выбор исходных данных и обоснование принципиальной гидравлической схемы

2.2 Выбор рабочей жидкости

2.3 Выбор насоса

2.4 Определение основных параметров гидроцилиндра

2.5 Расчет гидроцилиндра на прочность

2.6 Выбор гидравлической аппаратуры

2.7 Выбор фильтров

2.8 Гидравлический расчет трубопровода

2.9 Расчет потерь давления в гидросистеме

2.10 Проверочный расчет гидропривода.

2.11 Определение мощности и КПД гидропривода

2.1 Выбор исходных данных и обоснование принципиальной гидравлической схем.

В данном пункте принимают исходные данные на основе технической документации (паспорт, инструкция по эксплуатации, рабочие чертежи и т.д.) на механизм. К необходимым исходным данным как правило, относятся:

Усилие на штоке, F , кН; рабочее давление, P , МПа; скорость рабочего хода, v , м/мин; ход штока, L , мм; длина линии всасывания, $l_{вс}$, м; длина линии слива, $l_{сл}$, м; длина линии нагнетания, $l_{наг}$, м; время выдвижения, t , сек.

Обоснование принципиальной гидросхемы выполняется в произвольной форме и заключается в описании назначения каждого элемента гидросистемы и его конструктивных особенностей.

2.1 Выбор исходных данных и обоснование принципиальной гидравлической схемы

Таблица 2.1.1-Исходные данные для расчета

Параметр	Единицы измерения	Значения
1	2	3
1. Рабочее давление	МПа	10
2. Усилие на штоке	кН	200
3. Ход штока	мм	530
4. Длина напорной и сливной магистралей	м	10
5. Время выдвижения штока	с	5

Одноковшовые универсальные экскаваторы представляют собой самоходные машины на гусеничном или пневмоколесном ходу, предназначенные для разработки карьеров, рытья котлованов, траншей, каналов, погрузки грунта и сыпучих материалов.

Гидроприводом осуществляются движения стрелы, рукояти и ковша, поворот рабочего оборудования и привод хода экскаватора.

Для управления работой гидродвигателей применяется гидрораспределитель секционный типа с пятью секциями: напорная секция, 3 рабочих секции, сливная секция.

Для защиты гидросистемы от повышения давления и настройки рабочего давления в гидросистеме применяется предохранительный клапан.

Для поддержания заданного класса чистоты рабочей жидкости в гидроприводе используется сливной тип фильтрации.

И так далее обосновывается каждый элемент гидросхемы, т.е. объясняется – зачем он присутствует в гидросистеме.

2.2 Выбор рабочей жидкости

Рабочая жидкость является рабочей средой гидросистемы и передаёт механическую энергию от насоса к гидродвигателю. Поэтому для обеспечения высокого КПД работы гидросистемы рабочая жидкость должна удовлетворять определённым требованиям, которые меняются в зависимости от назначения, места и условий работы гидросистемы.

В данном разделе сначала рассматривают назначение и типы рабочих жидкостей, их функции, достоинства и недостатки; требования предъявляемые к ним, свойства.

Вязкость рабочей жидкости принимают в соответствии с давлением. Затем в соответствии с выбранной вязкостью определяются с маркой марки рабочей.

Для подходящей марки рабочей жидкости выписывают все параметры и свойства.

Объём данного раздела не должен быть менее 1-1,5 страниц

2.3 Выбор насоса

Определяем полезную мощность исполнительного звена гидродвигателя на штоке гидроцилиндра $N_{ц}$, кВт:

$$N_{ц} = \frac{Fv}{1000} \quad (1)$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

v – скорость перемещения выходного звена, м/с;

Мощность насосной установки N_n , кВт, определяется по формуле:

$$N_n = K_{з.у.} K_{з.с.} (z_{ц} N_{ц} + z_{м} N_{м}) \quad (2)$$

где $K_{з.у.}$ – коэффициент запаса по усилию;

$K_{з.с.}$ – коэффициент запаса по скорости;

$Z_{ц}$, $Z_{м}$ – число одновременно работающих цилиндров и моторов.

При предварительном расчете коэффициент запаса по усилию $K_{з.у.}$ учитывает линейные и местные потери давления, а также потери энергии на трение в исполнительных механизмах. Его значение принимают равным $K_{з.у.} = 1,1 - 1,2$; коэффициент запаса по скорости учитывает утечки рабочей жидкости, $K_{з.с.} = 1,1 - 1,3$.

Меньшие значения коэффициентов принимаются для приводов, работающих в легком и средних режимах, а большие - в тяжелых и весьма тяжелых режимах работы.

Режим работы гидропривода определяется в зависимости от коэффициентов использования номинального давления K_p и времени работы под нагрузкой K_t .

Таблица 2.3.1- Выбор режима работы

Режим работы гидропривода	Коэффициент использования номинального давления $K_p = p/p_{ном}$	Коэффициент времени работы под нагрузкой $K_t = t_p/t$	Число включений в час
Легкий	Менее 0,4	0,1-0,3	До 100
Средний	0,4-0,7	0,3-0,5	100-200
Тяжелый	0,7-0,9	0,5-0,8	200-400
Весьма тяжелый	Свыше 0,9	0,8-0,9	400-800

По рассчитанной мощности насосной установки определяется расход жидкости в гидросистеме Q , л/мин:

$$Q = \frac{N_n}{P_{ном}} \quad (3)$$

Если один насос не может обеспечить необходимую подачу, то рекомендуется установить два однотипных насоса с подачей каждого $Q/2$. Можно подобрать два однотипных насоса с различной подачей, чтобы один из них можно было подключать только в период совместной работы нескольких гидродвигателей.

Тип насоса выбирается с учетом режимов работы гидропривода. Для лёгкого и среднего рекомендуются шестеренные и пластинчатые насосы, а для тяжёлых и весьма тяжелых режимов – аксиально- и радиально-поршневые насосы.

Конкретный типоразмер насоса выбирается по расчетному значению его рабочего объема V_0 , см³:

$$V_0 = 10^3 \frac{Q}{n_{ном} \eta_0}, \text{ см}^3, \quad (4)$$

где: Q -расход жидкости в гидроприводе, л/мин;

η_0 -объемный КПД насоса (таблица 4);

$n_{ном}$ - номинальное число оборотов вала насоса, об/мин.

Таблица 2.3.2 -Значения коэффициентов полезного действия
объёмных насосов

ТИП НАСОСА	Общи й КПД η_n	Объё мный КПД η_0
Шестеренные	0,80- 0,85	0,90 – 0,94
Пластинчатые	0,60 – 0,85	0,70- ,,90
Аксиально-поршневые	0,85- 0,90	0,95 – 0,98
Радиально-поршневые	0,85- 0,90	0,95 – 0,98

После определения V_0 из каталога выбирается насос, имеющий ближайший больший рабочий объём и рассчитывается его действительная подача:

$$Q_H = 10^{-3} V_0 n_{н.ом} \eta_0 \quad (5)$$

Мощность, кВт, необходимую для привода насоса:

$$N_n = \frac{Q_n p}{60 \eta_n} \quad (6)$$

2.4 Определение основных параметров гидроцилиндра

Определяем диаметр поршня гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} \text{ , м} \quad (7)$$

где F- усилие на штоке, Н;
P- рабочее давление, Па.

В соответствии с ГОСТ 12447-80 рекомендуется следующий основной ряд (в скобках приведены значения дополнительного ряда) диаметров поршня (мм): 10; 12; 16; 20; 25; 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900).

По ГОСТ 12447-80 принимаем D=..... мм.

Диаметр штока принимается из соотношения:

$$d = (0,4 \div 0,7) D \quad (8)$$

В соответствии с ГОСТ 12447-80 рекомендуется следующий основной ряд (в скобках приведены значения дополнительного ряда) диаметров штоков (мм): 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180) 200; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900).

По ГОСТ 12447-80 принимаем $d = \dots$ мм.

По европейскому стандарту DIN 3320 при выборе диаметров поршня и штока должно выполняться условие:

$$\frac{S_{шт.п}}{S_n} = 0,6 \div 0,8 \quad (9)$$

где: $S_{шт.п}$ - площадь штоковой полости;

S_n - площадь поршня.

Сила трения в уплотнениях определяется в зависимости от типа уплотнения. Поэтому для дальнейшего расчёта сначала необходимо выбрать тип уплотнения в зависимости от рабочего давления и скорости выдвижения штока (таблица 3).

Таблица 2.4.1 - Выбор уплотнений для гидроцилиндров

Тип уплотнения	Условия применения
Шевронное резинотканевое по ГОСТ 22704-77, с.294 /4/	$P_{раб} < 63 \text{ МПа}$; $v_{выдв} < 3 \text{ м/с}$; $t^{\circ} = 50 \div 100^{\circ}$
Манжеты уплотнительные резиновые по ГОСТ 14896-84, с.296 /4/	$v_{выдв} < 0,5 \text{ м/с}$; $l < 10 \text{ м}$ $P_{раб} < 50 \text{ МПа}$; $t^{\circ} = 60 \div 200^{\circ}$;
Кольца поршневые по ОСТ 2 А54-1-72, с.302/4/	$P_{раб} < 50 \text{ МПа}$; $v_{выдв} < 7,5 \text{ м/с}$;

Для шевронных, лепестковых резиновых уплотнений и фторопластовых уплотнений любой конструкции сила трения в уплотнениях определяется по формуле:

$$T = \pi D H (P + P_K) \mu, \text{ Н} \quad (10)$$

где D- диаметр поршня (штока или плунжера), мм;

H- ширина уплотнения, мм;

P_K - контактное давление, возникающее при монтаже, МПа, $P_K = 2 \div 5$ МПа;

μ - коэффициент трения, для резины $\mu = 0,1 - 0,13$; для фторопласта $\mu = 0,01 - 0,013$. Ширина уплотнения H, мм, определяется в зависимости от типа уплотнения из приложения.

При определении параметров уплотнений обратите внимание на то, что буквой d обозначается внутренний диаметр уплотнения или диаметр уплотняемой поверхности.

Количество манжет в пакете **n** шевронных резинотканевых уплотнений определяется в зависимости от рабочего давления и может быть равным $n = 2 \div 10$.

При $P \leq 6,3$ МПа... $n = 2 \div 3$; при $P \leq 10$ МПа... $n = 4$; при $P > 10$ МПа... $n = 5 \div 10$.

2.5 Расчет гидроцилиндра на прочность

При расчете гидроцилиндра на прочность определяемыми параметрами являются минимальная толщина стенки гильзы и крышек, крепление крышек к гильзе и размеры элементов крепления цилиндра к машине. Следует также проверить цилиндр на устойчивость и шток на прочность.

Толщина δ гильзы для цилиндров определяется по формуле:

$$\delta = \frac{1,25 P_{\text{раб}} \cdot D}{2,3 [\sigma_p] - P_{\text{раб}}} + a, \text{ м} \quad (11)$$

где: $P_{\text{раб}}$ – рабочее давление;

D – диаметр поршня (плунжера);

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение растяжения, для сталей рекомендуется $[\sigma_p] = 50 \div 60$ МПа;

a – прибавка на разнотолщинность, которая учитывает то, что наружная поверхность гильзы не обрабатывается, $a = 1 \div 1,5$ мм.

Внешний диаметр цилиндра составит:

$$D_0 = D + 2\delta \quad (12)$$

Толщину крышек цилиндра определяют по формуле с.123 /2/:

$$\delta_{KP} = 0,43D \sqrt{\frac{1,25P_{раб}}{[\sigma_p]}} \quad (13)$$

Проверка: должно также выполняться условие:

$$\delta_{KP} \geq 1,5\delta$$

Если в гидроцилиндре имеется демпфер, то толщина крышки должна быть увеличена на длину хвостовика l .

Расчет на прочность крепления крышек и гильзы выполняется в зависимости от его вида по одной из приведённых формул.

1)Если соединение крышек с корпусом сварные, то необходимо проверить прочность сварного шва:

$$\sigma = \frac{1,25F_{шт}}{3,14 \cdot D_{cp} \cdot \delta} \leq [\sigma_{св}] \quad (14)$$

где $F_{факт}$ – фактическое усилие на штоке;

D_{cp} – средний диаметр цилиндра по сварному шву;

$[\sigma_{св}]$ – допускаемое напряжение для сварного шва;

$[\sigma_{св}] = 80$ МПа.

2)Если крышки крепятся к гильзе при помощи резьбового соединения, то внутренний диаметр резьбы выбирается по ГОСТ 9150-81, при этом необходимо соблюдать условие:

$$d_{вн} \geq D_0$$

Принимаем резьбу

Прочность резьбового соединения проверяется по формулам :

$$\sigma_{см} = \frac{1,25F_{шт} \cdot P}{\pi \cdot H d_{ср} (d_n - d_{вн})} \leq [\sigma_{см}] \quad (15)$$

где P – шаг резьбы;

H – длина резьбы, находящейся в соединении, $H = (9 \div 12)P$;

$d_{ср}$, d_n , $d_{вн}$ – соответственно средний диаметр, наружный и внутренний диаметр резьбы;

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение на смятие, $[\sigma_{см}] = 180$ МПа.

3) Если крышки цилиндра крепятся к гильзе при помощи болтов, то необходимо сначала определить диаметр болтов и выбрать их резьбу и количество, а затем проверить на смятие и срез.

Диаметр болтов определяется по формуле:

$$d_{\sigma} = \sqrt{\frac{4KF_{шт}}{\pi[\sigma_p]Z}}, \text{ м} \quad (16)$$

где: K – коэффициент затяжки, учитывающий деформацию болтов при затяжке, $K = 1,2 \div 1,4$;

z – количество болтов; $z = 6, 8, 10$ или 12 шт.;

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение (на разрыв) материала болтов,

$[\sigma_p] = 120 \div 160$ МПа.

Принимаем резьбу

Наиболее распространенными способами крепления силовых цилиндров к машине являются проушина или вилка с отверстием под палец; цапфы; лапы или шаровая пята.

Расчет на прочность крепления цилиндра выполняется в зависимости от его вида по одной из приведённых формул.

1) Диаметр отверстия $d_{ц}$ цапфы или проушины определяется по формуле:

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{1.25KF_{ум}}{g}} \quad (17)$$

где K – коэффициент отношения $\frac{d_{ц}}{B_{ц}}$; для проушины $K=0,8 \div 1,2$; для цапфы $K=0,7 \div 1,0$; для шаровой опоры $K=0,5 \div 0,7$;
 g – удельное давление, для закаленной поверхности $g=30 \div 42$ МПа; для незакаленной $g=20 \div 25$ МПа.

Напряжение смятия цапфы:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{шт}}{2d_{ц}L} \leq [\sigma_{см}], \quad (18)$$

где: L – рабочая длина цапфы, см. рисунок 1;
 $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия.

Напряжение смятия проушины:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{шт}}{d_{проуш}b} \leq [\sigma_{см}], \quad (19)$$

где b – ширина проушины.

2) Диаметр шаровой пяты определяется:

$$d_b = \sqrt{\frac{4F_{ум}}{\pi \cdot g}} \quad (20)$$

3) При креплении силового цилиндра к машине лапами определяется диаметр отверстий в лапах из условия прочности болта на срез:

$$d_{\text{л}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{ш}}}{\pi[\tau_{\text{ср}}]Z}} \quad (21)$$

где Z – количество отверстий в лапах под болты, $Z = 4 \div 8$;

$[\tau_{\text{ср}}]$ - напряжение среза, $[\tau_{\text{ср}}] = 80$ МПа.

Далее определяется резьба болтов.

Чаще всего гидроцилиндр нагружен по следующей схеме: только центральные продольные сжимающие нагрузки P (рисунок 1).

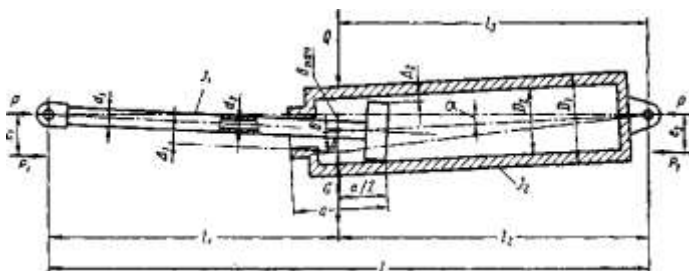


Рисунок 1 Схема нагружения силового гидроцилиндра

Далее необходимо определить по чертежу в соответствии со схемой нагружения величину размеров l , l_1 , l_2 , a .

Для дальнейшего расчёта понадобятся дополнительные данные, такие как моменты сопротивления и инерции, значения зазоров посадок поршня и штока и др.

Моменты инерции штока J_1 и гильзы J_2 и момент сопротивления штока W определяются по формулам:

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d^4}{64}; \quad \text{см}^4 \quad J_2 = \frac{\pi \cdot D^4}{64}; \quad \text{см}^4 \quad W = \frac{\pi d^3}{32}, \quad \text{м}^3$$

Определяем значения зазоров Δ_1 и Δ_2 для посадки $\frac{H8}{e9} \left(\frac{A3}{X3} \right)$;

Δ_1 - зазор на диаметр штока, Δ_2 - зазор на диаметр поршня (см. приложение)

Критическая сжимающая сила определяется:

$$P_{кр} = \left(\sqrt{\frac{P_{кр}}{J_1}} \right)^2 J_1 \quad (22)$$

где значение $\sqrt{\frac{P_{кр}}{J_1}}$ определяется по графикам (см. приложение), в зависимости

от значений $\sqrt{\frac{J_2}{J_1}}$; $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$; λ_1 .

Примечание: в данную формулу необходимо подставлять значение J_1 в см^4 , затем полученное значение необходимо умножить на 10, в этом случае ответ получается в Н.

Проверка: если $P_{кр} > F_{шт}$, то условие устойчивости выполняется.

Расстояние от головки штока гидроцилиндра до места наибольшего прогиба под нагрузкой определяется:

$$X = 505d^2 \sqrt{\frac{1}{F_{ум}}}, \text{ см} \quad (23)$$

где $F_{шт} : 10 = \text{кгс}$; d в см.

Если $X \geq \lambda_1$, то для дальнейшего расчёта необходимо воспользоваться методикой, представленной ниже.

Прогиб штока определяется по формуле:

$$\delta = \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)\lambda_1\lambda_2}{2a\lambda} + \frac{G\lambda_1\lambda_2}{2F_{ум}\lambda} \cos \alpha \quad (24)$$

где G – вес цилиндра, Н;

e_1 и e_2 – экстерниситет продольной силы относительно оси цилиндра и штока; внимание: все величины должны быть в системе СИ!

По условиям монтажа $\alpha = 0$, следовательно $\cos \alpha = 1$.

Наибольшее напряжение от сжатия составит:

$$\sigma = \frac{F_{um}}{S_{um}} + \frac{F_{um}\delta}{W}, \text{ Па} \quad (25)$$

где $S_{шт}$ и W – площадь и момент сопротивления штока.

Запас прочности штока:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma} \quad (26)$$

где σ_T – предел текучести материала штока.

2.6 Выбор гидравлической аппаратуры

В данном разделе необходимо обосновать выбор применяемой гидроаппаратуры согласно принципиальной гидросхеме. При выборе аппаратуры учитываются D_y , расчетный расход Q и рабочее давление P . Аппаратура непрямого действия принимается при $Q \geq 50$ л/мин или рабочем давлении более 6,3 МПа.

При выборе каждого устройства необходимо указывать:

1) тип; 2) ТУ (или ГОСТ); 3) $Q_{ном}$ (или $P_{ном}$); 4) D_y ; 5) $\Delta P^0_{ап}$ – потери давления при номинальном расходе.; 6) ссылку на литературу с номером таблицы и страницы.

Пример

При $P_{ном}=25$ МПа и $Q = 593$ л/мин выбираем:

1.Распределитель: РПГП-16/3С по ТУ 2053-1815-86; $P_{ном}=32$ МПа; $Q_{ном} = 250; 400$; л/мин; $D_y=16$ мм; $P=32$ МПа; $\Delta P^0=0,5$ Па. 1.Распределитель 134* по ТУ 2053-1815-86; $P_{ном}=30$ МПа; $Q_{ном} = 100$ л/мин; $D_y=16$ мм; $\Delta P^0=0,1$ Па.

3.Обратный клапан: КОМ 10/3 по ТУ2 – 053 – 1649 – 83; $P_{ном}=32$ МПа; $Q_{ном} = 63$; 100 л/мин; $D_y=116$ мм; $\Delta P^0=0,25$ МПа.

4.Предохранительный клапан: МКПВ 10/3М-3 по ТУ2 – 053 – 1614 – 82; $P_{ном}=1,5-35$ МПа; $Q_{ном} = 100$ л/мин; $D_y=16$ мм; $\Delta P^0=0,2$ МПа.

<http://www.arttr.ru/Gidravlik/Gidravlik.htm>

2.7 Выбор фильтров

В данном параграфе необходимо выбрать типоразмер, тонкость фильтрации, способ установки и конструкцию фильтра.

При этом следует учитывать, что требования к чистоте рабочей жидкости всех элементов гидросистемы.

Класс чистоты рабочей жидкости всей гидросистемы зависит от класса чистоты самого чувствительного элемента. Существует ряд рекомендаций по выбору класса чистоты рабочей жидкости для отдельных элементов гидросистемы.

Таблица 2.7.1- Классы чистоты масла для различных узлов гидропривода

Узлы гидропривода	Номинальная точность фильтрации	Класс чистоты по ГОСТ 17216-71
Насосы шестеренные на давление до 2,5 МПа; насосы и моторы пластинчатые нерегулированные на давление до 6,3 МПа	40	14-15
Насосы пластинчатые нерегулированные на давление 12,5-16 МПа; насосы пластинчатые регулированные на давление до 6,3 МПа; насосы и моторы аксиально-поршневые регулированные и нерегулированные на давление 6,3-16 МПа; гидроцилиндры; направляющая гидроаппаратура на давление до 20 МПа; регулирующая гидроаппаратура на давление до 20 МПа	25	12-14
Комплектные ЭГШП, дросселирующие гидрораспределители, сервотехника	5-10	10-12
Системы и устройства для гибких автоматизированных производств	5	9-10

На основе приведённых выше таблиц необходимо определить, какой класс чистоты необходимо поддерживать в проектируемой гидросистеме.

Затем необходимо выбрать номинальную тонкость фильтрации рабочей жидкости, которая зависит рабочего давления, таким образом можно выбрать способ установки фильтра и его конкретный типоразмер и конструкцию.

Таблица 2.7.2-Достигаемые классы чистоты масла по ГОСТ 17216-71 в гидросистемах

Рабочее Давление, МПа	Номинальная толщина фильтрации, мкм				Рабочее Давление, МПа	Номинальная толщина фильтрации, мкм			
	40	25	10	5		40	25	10	5
0,25	11	11	10	9	4	15	14	13	12
0,63	13	12	11	10	10	16	15	14	13
1,6	14	13	12	11	16	17	16	15	14

ПРИМЕР: Если в гидросистеме достаточно поддерживать 16 класс чистоты, то для этого достаточно установить фильтр толщиной 40 мкм в напорной магистрали (поскольку Р=10 МПа – это достаточно высокое давление и очевиднее всего это напорная фильтрация). Далее по справочнику можно подобрать конкретную марку напорного фильтра. <http://www.arttr.ru/Gidravlik/Gidravlik.htm>

ПРИМЕЧАНИЕ: Давление Р=0,25 МПа соответствует давлению во всасывающих магистралях; Р=0,63 МПа и Р=1,6 МПа соответствует давлению в сливных магистралях; Р=1,6 МПа и Р= 4 МПа можно достичь в напорной магистрали при независимой системе фильтрации при использовании шестеренных или винтовых насосов.

При выборе способа фильтрации следует помнить о достоинствах, недостатках и целесообразности каждого из них.

2.8 Гидравлический расчет трубопровода

Согласно рекомендациям стандарта СЭВ РС 3644- 72 при выборе скорости в *напорном* трубопроводе учитывают рабочее давление:

Для *сливных* магистралей $v_{\text{СЛ}} = 1,5 \div 2,5$ м/с.

Для *всасывающих* $v_{\text{ВС}} < 1,6$ м/с.

Внутренний диаметр всасывающих, напорных и сливных трубопроводов определяется по формуле:

$$D_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \text{ м} \quad (27)$$

где v - скорость потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей магистралях.

Диаметр всасывающего трубопровода обычно принимают равным диаметру сливного.

Найденные диаметры необходимо сравнить со стандартными значениями по ГОСТ 16516- 80: 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4;5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160.

Минимально допустимая толщина стенки трубопроводов:

$$\delta_{mp} = \frac{PDy}{2[\sigma_{\text{вр}}]} K\delta, \text{мм} \quad (28)$$

где Р- рабочее давление, МПа;

Кδ-коэффициент безопасности, Кδ= 4÷8;

[σ_{вр}] – временное сопротивление растяжению материала трубы для выбранной марки стали.

Таблица 2.8.2 -Механические свойства сталей, применяемых для гидравлических трубопроводов

Механическ. свойства	Марка стали								
	10	20	35	45	10Г2	15Х	20Х	40Х	30ХГСА
σ _{вр} , МПа	343	412	510	589	422	412	431	618	491
σ _т , МПа	206	245	294	323	245	-			
δ, %	24	21	17	14	22	19	17	14	18
НВ	137	156	187	207	197	179	179	217	229

Напорная магистраль проверяется на прочность при гидравлическом ударе, возникающим при переключении распределителя, по формуле Н.Е. Жуковского:

$$\Delta P_{y\partial} = \rho v_n \cdot a \quad (29)$$

где ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³;

v_н – скорость потока в напорной магистрали, м/с;

а – скорость распространения ударной волны, м/с; для минеральных масел а = 1200 – 1400 м/с.

После определения ΔР_{уд} находится максимальное давление в гидросистеме, проводится сравнение с [σ_{вр}] и делается вывод о прочности трубы.

2.9 Расчет потерь давления в гидросистеме

При расчете гидросистем определяются потери давления на всех участках трубопровода - напорном, сливном и всасывающем.

А) Определение потери давления в линии всасывания:

$$\Delta P_v = \Delta P_{fv} + \Delta P_{lv} + \Delta P_{mv} \quad (30)$$

где ΔP_{fv} - потери давления на всасывающем фильтре (при условии, если он есть);

ΔP_{lv} - линейные потери в линии всасывания;

ΔP_{mv} - местные потери.

Б) Определяем потери давления в линии нагнетания:

$$\Delta P_n = \Sigma \Delta P_{an} + \Delta P_{ln} + \Delta P_{mn} \quad (31)$$

где $\Sigma \Delta P_{an}$ - потери давления в аппаратуре, установленной на линии нагнетания;

ΔP_{ln} - линейные потери давления в линии нагнетания;

ΔP_{mn} - местные потери в линии нагнетания.

В) Потери давления в линии слива:

$$\Delta P_{sl} = \Sigma \Delta P_{an} + \Delta P_{lsl} + \Delta P_{ms} \quad (32)$$

где $\Sigma \Delta P_{an}$ - потери давления в аппаратуре, установленной в линии слива;

ΔP_{sl} , ΔP_{ms} - линейные и местные потери давления в линии слива.

Потери давления в аппаратуре определяются по формуле:

$$\Delta P_{an} = \Delta P_{an}^0 \left(\frac{Q}{Q_{ном}} \right)^2, \text{ МПа} \quad (33)$$

где ΔP_{an}^0 - потери давления в аппарате при номинальном расходе, МПа;

Q - расчётный расход;

$Q_{ном}$ - номинальный расход.

Линейные потери давления в магистралях определяются по формуле:

$$\Delta P_{\lambda} = \frac{\lambda \rho l}{2 D y} v^2 \quad (34)$$

где λ – гидравлический коэффициент трения;
 ρ – плотность выбранной рабочей жидкости, кг/м³;
 v – скорость потока, м/с;
 l – длина соответствующей магистрали, м/с.

Гидравлический коэффициент трения λ (коэффициент Дарси) определяется в зависимости от режима движения потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей магистралях.

Для ламинарного режима:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (35)$$

Для турбулентного режима:

$$\lambda = 0,1 \left(\frac{\Delta}{D y} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \quad (36)$$

где Δ – абсолютная шероховатость; для стальных труб $\Delta = 0,1 \div 0,3$ мм.

Местные потери напора определяются по формуле:

$$\Delta P_{\zeta} = 0,21 \frac{Q^2}{D_y^4} \sum_1^n \zeta, \text{ МПа} \quad (37)$$

где: Q - расход, л/мин;
 D_y - диаметр трубы, мм;

$\sum_1^n \zeta$ – суммарный коэффициент местных сопротивлений.

2.10 Проверочный расчет гидропривода

Проверочный расчет выполняется с целью установления действительных параметров гидропривода и проверки соответствия выбранного оборудования требованиям, предъявляемым к работе привода.

Действительное давление, развиваемое насосом в гидроприводе поступательного движения:

- при выдвижении штока:

$$P_1 = \frac{F_{шт} / k_{мп} + S_{шт.п} \Delta P_{сл}}{S_n} + \Delta P_{нап}, \text{Па} \quad (38)$$

- при втягивании штока:

$$P_2 = \frac{F_{шт} / k_{мп} + S_n \Delta P_{сл}}{S_{шт.п}} + \Delta P_{нап}, \text{Па} \quad (39)$$

где $F_{шт}$ – усилие на штоке, Н;

$k_{тр}$ – коэффициент, учитывающий потери на трение в уплотнениях, $k_{тр} = 0,9-0,98$;

S_n , $S_{шт.п}$ – площадь поршня и штоковой полости соответственно, м^2 .

Действительный расход рабочей жидкости:

$$Q_d = Q_{дн} - \Delta Q_{ут} \quad (40)$$

где $Q_{дн}$ – действительная подача выбранного насоса;

$\Delta Q_{ут}$ – величина утечек.

$$\Delta Q_{ут} = K_y \cdot P_1, \text{ л/мин} \quad (41)$$

где K_y – расчетный коэффициент утечек, $K_y = 0,005 \cdot 10^{-6} \text{ л/Па мин}$

Действительная скорость штока гидроцилиндра:

$$v_{ш} = \frac{Q_d \eta_0}{S_n}, \text{ м/с} \quad (42)$$

Действительная частота вращения вала гидромотора:

$$n_m = \frac{Q_o \eta_o}{V_o}, \text{об / мин} \quad (43)$$

Расхождение между заданными Π_3 и действительными Π_d параметрами определяются по формуле:

$$\Pi = \frac{\Pi_3 - \Pi_d}{\Pi_3} 100\% \quad (44)$$

Полная мощность гидропривода равна мощности, потребляемой насосом, кВт:

$$N_n = \frac{Q_n p_n}{60 \eta_n}, \text{кВт} \quad (45)$$

где Q_n – подача насоса, л/мин;

p_n – давление, развиваемое насосом, МПа;

η_n – общий КПД насоса.

Полезная мощность гидропривода $N_{пол}$ определяется как сумма действительных выходных мощностей гидродвигателей данной гидросистемы, которые определяются по их действительным выходным параметрам, полученным в проверочном расчете:

- действительная мощность на штоке гидроцилиндра $N_{цд}$, кВт:

$$N_{цд} = \frac{F v_{ц}}{1000} \quad (46)$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$v_{ц}$ – действительная скорость перемещения выходного звена гидроцилиндра, м/с.

2.11 КПД гидропривода

Полный КПД проектируемого гидропривода:

$$\eta_{\text{en}} = \frac{N_{\text{пол}}}{N_{\text{н}}} \quad (47)$$

Объем гидробака определяется в зависимости от производительности насоса:

$$V_{\text{б}} = 1,2 \text{ (3÷5) } Q_{\text{н}} \quad (48)$$

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание организацию ТООР в цехе, мероприятия по повышению надежности оборудования, схему и карту смазывания.

ОХРАНА ТРУДА

Эта часть пояснительной записки должна содержать описание мероприятий по технике безопасности и противопожарной защите в цехе и охрану окружающей среды в условиях цеха.

Раздел «Охрана труда» должен быть разработан в соответствии с действующими государственными стандартами и инструкциями по технике безопасности.

Разработка мероприятий по защите окружающей среды осуществляется с использованием отечественной и зарубежной информации в этой области, действующих государственных стандартов по экологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении приводятся краткие выводы по результатам выполненной работы, оценка полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов работы, ее экономическая, научная, социальная значимость.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения рекомендуется включать материалы иллюстрационного и вспомогательного характера. В приложения могут быть помещены:

- таблицы и рисунки большого формата;
- дополнительные расчеты;
- описания применяемого в работе нестандартного оборудования;
- распечатки с ЭВМ;

-другие материалы и документы конструкторского, технологического и прикладного характера.

На все приложения в тексте ТД должны быть даны ссылки.

Приложения оформляют в соответствии с ГОСТ.

4 Требования к изложению текста курсового проекта (работы)

Текст излагается кратким чётким языком. Терминология и обозначения должны соответствовать установленным стандартам, а при отсутствии стандартов - общепринятым нормам в научно - технической литературе.

Изложение текста курсового проекта (работы) должно строго соответствовать

- СМК-О-СМГТУ-42-09 Курсовая работа (проект): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления;

- СМК-О-К-РИ-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсовой работы (проекта).

1. Пояснительная записка курсовой работы (проекта) должна быть оформлена в печатном виде и сброшюрована. Объем ТД определяется исходя из тематики работы.

2. Страницы ТД должны соответствовать формату А4 (210х297 мм). Текст должен быть выполнен с одной стороны листа белой бумаги печатным способом на печатающих или графических устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). При наборе текста использовать 1,5 интервал, основной шрифт Times New Roman, размер шрифта кегль 12 или кегль

14, цвет - черный, абзацный отступ первой строки - 1,25 см.

3. Иллюстрации, таблицы, схемы допускается выполнять на листах формата А3. При этом лист должен быть сложен в формат А4 «гармоникой» и учитывается как один.

4. Текст пояснительной записки следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.

5. Опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами - рукописным способом. Повреждение листов ТД, помарки и следы не полностью удаленного текста не допускаются.

6. Качество текста, иллюстраций, таблиц и распечаток с компьютера должно удовлетворять требованию их однозначного прочтения и воспроизведения.

5 Оформление иллюстраций и таблиц

Оформление иллюстраций и таблиц курсового проекта должно строго соответствовать:

- *СМК-О-СМГТУ-42-09 Курсовая работа (проект): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления;*
- *СМК-О-К-РИ-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсовой работы (проекта).*

1. Количество иллюстраций, помещаемых в ТД, должно быть достаточным для раскрытия содержания. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки и т.п.) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

2. Все иллюстрации именуются рисунками и нумеруются арабскими цифрами в пределах всего ТД.

3. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

4. На все иллюстрации в ТД должны быть даны ссылки. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» или указывать в скобках

5. Иллюстрация располагается по тексту документа, если она размещается на листе формата А4. Если формат иллюстрации больше А4, то ее следует помещать в приложении.

6. Иллюстрации следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота

6 Требования к оформлению графической части

Графическая часть курсового проекта представлена чертежами, включающими в себя:

- Чертёж общего вида механизма.
- Принципиальную гидросхему привода.
- Сборочный чертёж гидроцилиндра.
- Рабочий чертёж детали гидроцилиндра

При курсовом проектировании графическая часть выполняется на стадии рабочих чертежей. Чертежи проектов должны отвечать требованиям графического оформления, предусмотренными правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) должно строго соответствовать:

– *СМК-О-СМГТУ-42-09 Курсовая работа (проект): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления;*

– *СМК-О-К-ПИ-70-20 Общие требования к структуре и оформлению курсовой работы (проекта).*

1. Графический материал, представленный в виде чертежей, эскизов и схем, характеризующих основные выводы и предложения исполнителя, должен совместно с ТД раскрывать содержание курсовой работы (проекта).

2. Состав и объем графического материала должны определяться руководителем курсовой работы (проекта) и указываться в задании.

3. Графический материал, предназначенный для демонстрации при публичной защите работы, необходимо располагать на листах формата А1. Расположение листа может быть принято как горизонтальным, так и вертикальным.

4. Графический материал должен отвечать требованиям действующих стандартов по соответствующему направлению науки, техники или технологии и может выполняться: традиционным способом - карандашом или тушью; автоматизированным способом - с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

5. Цвет изображений чертежей и схем - черный на белом фоне. На демонстрационных листах (плакатах) допускается применение цветных изображений и надписей.

6. В оформлении комплекта листов графического материала работы следует придерживаться единого стиля.

7. По решению ПЦК во время защиты курсового проекта ее графическая часть может представляться в полном объеме или частично с использованием технических носителей данных ЭВМ и проекционной аппаратуры. В этом случае чертежи и демонстрационные листы должны быть приведены в конце пояснительной записки в виде копий формата А4, распечатанных на бумаге, названия листов графической части включаются в содержание.

7 Список использованных источников

Список использованных источников указывается в соответствии с действующими нормами для научно - технической литературы.

Сведения о книгах (учебники, справочники и др.) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги (без кавычек), год издания, объём в страницах.

8 Защита курсового проекта

В процессе подготовки к защите студент готовит доклад на 15-20 минут. В докладе должно быть раскрыто содержание курсового проекта, раскрыты главные положения, больше половины доклада должно быть посвящено практической части, заканчивается доклад выводами и предложениями.

Защита курсового проекта осуществляется перед комиссией, состоящей из преподавателей.

9 Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект оценивается по пятибалльной системе.

Критериями оценки курсовой работы по дисциплине являются:

- качество содержания работы (достижение сформулированной цели и решение задач исследования, полнота раскрытия темы, системность подхода, отражение знаний литературы и различных точек зрения по теме, нормативно-правовых актов, аргументированное обоснование выводов и предложений);

- соблюдение графика выполнения курсового проект (работы);
- обоснование актуальности выбранной темы;
- соответствие содержания выбранной теме;
- соответствие содержания глав и параграфов их названию;
- логика, грамотность и стиль изложения;
- наличие практических рекомендаций;
- внешний вид работы и ее оформление, аккуратность;
- соблюдение заданного объема работы;
- наличие хорошо структурированного плана, раскрывающего содержание темы курсовой работы;
- наличие сносок и правильность цитирования;
- качество оформления рисунков, схем, таблиц;
- правильность оформления списка использованной литературы;
- достаточность и новизна изученной литературы;

- ответы на вопросы при публичной защите работы.

Оценка **«отлично»** выставляется при выполнении курсового проекта в полном объеме; используется основная литература по проблеме, работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка **«хорошо»** выставляется при выполнении курсового проекта в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при выполнении курсового проекта в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них

Положительная оценка выставляется в ведомость и зачетную книжку. Студент, получивший неудовлетворительную оценку, должен доработать курсовую работу. В этом случае смена темы не допускается.

Оценка уровня сформированности профессиональных и общих компетенций во время подготовки и защиты курсового проекта по профессиональному модулю определяется руководителем по универсальной шкале оценки образовательных достижений, которые включают в себя основные показатели оценки результатов

Оценка образовательных достижений обучающегося

Код и наименование компетенций	Оценка (положительная – 1/ отрицательная – 0)			
	Код и наименование ОПОР (основных показателей оценки результата)	Выполнение КП (КР)	Защита КП (КР)	Интегральная оценка ОПОР как результата в выполнении и защиты КП (КР)
ПК 2.1 Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.	ОПОР 2.1.1 Прочтение условных обозначений гидравлических и пневматических систем	1	1	1
	ОПОР 2.1.2 Разработка и обоснование принципиальных гидравлических и пневматических схем по заданным условиям работы механизма в соответствии с требованиями нормативно-технической документации	1	0	1
	ОПОР 2.1.3 Определение	1	0	1

	основных технических параметров гидравлических и пневматических систем в соответствии с принципиальной гидросхемой			
	ОПОР 2.1.4 Выбор основной направляющей и регулирующей гидравлической аппаратуры гидравлических и пневматических систем в соответствии с принципиальной гидросхемой	1	0	1
	ОПОР 2.1.5 Выбор вспомогательной гидравлической аппаратуры гидравлических и пневматических систем по заданным условиям	1	0	1

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.	ОПОР 2.2.1 Использование прикладных программ при разработке гидравлической схемы	1	0	1
	ОПОР 2.2.2 Оформление таблицы гидравлических элементов гидравлической схемы с использованием программы «КОМПАС»	1	0	1
	ОПОР 2.2.3 Построение циклограммы с использованием программы «КОМПАС»	1	0	1
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	ОПОР 1.1 Аргументировано обосновывает сущность и значимость будущей профессии;	1	1	1
	ОПОР 1.2 Планирует	1	1	1

	получение дополнительных навыков в рамках своей будущей профессии;			
	ОПОР 1.3 Анализирует свои способности и возможности в профессиональной деятельности в процессе собеседования с работодателем, педагогическим работником, руководителем практики;	1	1	1
ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	ОПОР 2.1 Аргументированно обосновывает профессиональную задачу или проблему;	1	1	1
	ОПОР 2.2 Составляет план решения профессиональной задачи;	1	1	1
	ОПОР 2.3 Оценивает результаты решения профессиональной задачи;	1	1	1

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях..	ОПОР 3.1 Принимает решение в стандартной профессиональной ситуации;	1	1	1
	ОПОР 3.2 Принимает решение в нестандартной профессиональной ситуации;	1	1	1
	ОПОР 3.3 Оценивает результаты и последствия своих действий в стандартных и нестандартных ситуациях.	1	1	1
ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	ОПОР 9.1 Владеет информацией в области инноваций в профессиональной сфере деятельности.	1	1	1
% положительных оценок				

Приложение А
Форма титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

Отделение _____

ПЦК _____

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

По МДК _____

(код и полное наименование МДК)

На тему _____
(полное наименование темы)

Исполнитель: _____ обучающийся _____ курса, группа _____
(Ф.И.О.)

Руководитель: _____
(Ф.И.О. должность, учёная степень, учёное звание)

Работа допущена к защите " _____ " _____ 20 __ г. _____

Работа защищена " _____ " _____ 20 __ г. с оценкой _____

Магнитогорск, 20 _____

Приложение Б

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

Отделение _____

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема _____

Обучающемуся _____

(фамилия имя отчество)

Исходные данные к
проекту _____

Перечень вопросов, подлежащих разработке

Графическая часть

Руководитель: _____ / _____ /
подпись

« ____ » _____ 20 ____ г.

Задание
получил: _____ / _____ /
подпись

« ____ » _____ 20 ____ г.