

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 18.09.2025 11:48:30
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Старооскольский геологоразведочный институт
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

**«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»
(СГИ МГРИ)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по СПО

_____ Е.А. Мищенко

«____» _____ 20__ г

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

для специальности среднего профессионального образования
15.02.03. «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт гидравлического и пневматического
оборудования»
по профессиональному модулю ПМ.03 Ведение технологической документации по
гидравлическим и пневматическим приводам, устройствам и системам

РАССМОТРЕНЫ на заседании преподавателей

ОП специальности 15.02.03 «Монтаж,
техническое обслуживание и ремонт
гидравлического и пневматического
оборудования»

Протокол № _____ от _____ г.

Руководитель ОП _____

Т.А. Юшкова

СОГЛАСОВАНО

Начальник ЦСТ

«____» _____ 20__ г

г. Старый Оскол
2025г.

Краткая аннотация:

Методические указания по выполнению курсового проекта составлены для студентов дневной формы обучения с целью оказания помощи студентам в организации их самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы при выполнении курсового проектирования. Методические указания включают цели выполнения курсового проекта; требования к оформлению проекта, содержанию, тематике, объёму; методические рекомендации по выполнению отдельных разделов курсового проекта; перечень рекомендуемой литературы; приложения. Описываются требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения курсового проектирования.....	4
1.1. Цели и задачи курсового проектирования.....	4
1.2. Темы, задание на курсовое проектирование.....	4
1.3. Оформление курсового проекта.....	5
1.3.1. Пояснительная записка.....	5
1.3.2. Правила оформления таблиц.....	7
1.3.3. Формулы.....	8
1.3.4. Графические приложения.....	8
1.3.5. Список используемой литературы.	9
2. Состав и содержание проекта.....	10
3. Методические указания по составлению пояснительной записки курсового проекта.....	10
3.1. Разделы общей части проекта	
3.1.1. Характеристика проектируемого объекта.....	11
3.1.2. Принцип работы и свойства гидравлической схемы.....	11
3.2. Разделы проектной части проекта.....	13
3.2.1. Исходные данные расчета.....	13
3.2.2. Предварительный энергетический расчет. Выбор номинального давления.....	13
3.2.3. Выбор насоса и расчет основных технических показателей	15
3.2.4. Выбор рабочих жидкостей	16
3.2.5. Выбор и расчет гидродвигателя.....	17
3.2.6. Выбор средств управления и защиты.....	18
3.2.7. Выбор и расчет трубопровода.....	20
3.2.8. Определение мощности и КПД гидропривода	21
3.2.9. Тепловой расчет.	21
Приложение Титульный лист.....	23
Приложение А. Режим работы гидропривода.....	24
Приложение Б. График зависимости вязкости от температуры.....	24
Приложение В. Технические характеристики рабочих жидкостей.....	25
Приложение Г. Трубы для трубопроводов.....	26
Приложение Д. Значение коэффициента Дарси.....	26
Приложение Е. Сводная таблица расчета потерь давления в гидроприводе.....	27
Список литературы.....	27

1. Общие положения курсового проектирования

1.1. Цели и задачи курсового проектирования

Курсовой проект по профессиональному модулю ПМ.03 Ведение технологической документации по гидравлическим и пневматическим приводам, устройствам и системам выполняется студентами в 8 семестре и непосредственно предшествует дипломному проектированию и входит в дальнейшем составной частью в дипломный проект.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- выработка навыков творческого мышления и умения применять обоснованные решения инженерных задач, воспитание ответственности за качество принятых решений;
- систематизация и закрепление знаний, полученных при изучении профессионального модуля ПМ.03 Ведение технологической документации по гидравлическим и пневматическим приводам, устройствам и системам;
- формирование навыков самостоятельной работе по оформлению технической документации на гидравлические и пневматические приводы, устройства и системы по заданным условиям
- приобщение к работе с технологической и нормативной литературой;
- привитие практических навыков выполнения технологической документации, методик типовых расчетов; применения стандартов и других нормативных материалов;
- применение современных методов оценки, сравнения и обоснования предлагаемых проектных решений;
- самостоятельное выполнение графической части с использованием современных информационных технологий;
- ясное, технически грамотное оформление технологических материалов.

1.2. Темы, задание на курсовое проектирование

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной, отвечать современному состоянию науки и техники, включать основные вопросы, с которыми специалисты будут встречаться на производстве, и соответствовать по степени сложности объёму теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами за время их обучения в среднем специальном учебном заведении.

Темы курсовых проектов разрабатываются руководителем курсового проекта, рассматриваются на заседании преподавателей ОП специальности 15.02.03.«Монтаж, техническое обслуживание и ремонт гидравлического и пневматического оборудования»

По рассмотренным темам руководители проектирования разрабатывают индивидуальные задания для каждого студента, которые также рассматриваются на заседании преподавателей ОП специальности.

Для выполнения курсового проекта каждому студенту выдается задание по курсовому проектированию. При составлении таких заданий необходимо исходить из примерно одинаковой их сложности для каждого студента. Выдача заданий студентам должна производиться персонально и, как правило, с соответствующими пояснениями всей группе одновременно.

Тематика курсовых проектов должна отвечать учебным задачам данного профессионального модуля и наряду с этим увязываться с практическими требованиями отраслей. Она должна быть разнообразной, реальной и отражать новейшие достижения и тенденции в развитии соответствующих направлений науки, техники и производства, способствовать получению студентами навыков самостоятельной творческой работы.

При решении крупной (комплексной) технической задачи возможно создание коллективов студентов из двух-трех человек для выполнения общей темы, при этом каждый студент выполняет свое конкретное задание в соответствии с общей задачей.

Темы курсовых проектов также должны быть связаны с профилем работы будущего специалиста по эксплуатации гидравлических и пневматических систем различных мобильных и технологических машин и соответствовать его целевой подготовке.

Примерная тематика курсовых проектов

Разработка технологической документации объемного гидравлического привода:

- металлургического оборудования;
- литейной машины;
- горной машины для обеспечения технологических операций;
- строительно-дорожной машины;
- промышленного робота (манипулятора) поступательного (вращательного) движения;
- металлорежущего станка для обеспечения технологических операций;
- автоматической линии;
- кузнечно - прессового оборудования;
- автомобиля.

1.3.Оформление курсового проекта

Курсовой проект (пояснительная записка и графические приложения) оформляются в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и единой системы технологической документации (ЕСТД).

Пояснительная записка должна быть краткой в пределах 20-25 страниц машинописного текста на писчей бумаге формата А4 (297х210мм) и вкладыши форматов А3 (297х420мм), который складывается в формат А4 изображением наружу (таблицы).

1.3.1. Пояснительная записка

Пояснительная записка курсового проекта начинается с титульного листа оформленного согласно прилагаемой форме. Титульный лист является первым листом пояснительной записки. После титульного листа помещается задание на проектирование.

В начале текста пояснительной записки приводится «Содержание», в котором указываются названия разделов и глав. Нумерацию листов расставляют с учетом того, что титульный лист и лист дополнительного задания входит в общее количество листов пояснительной записки.

Текст пояснительной записки выполняется на одной стороне стандартного листа писчей бумаги формата А4 с использованием компьютера в Word. Ориентация листа – вертикальная (книжная).

Все необходимые схемы и рисунки к тексту выполняются карандашом.

Каждый лист должен иметь поля, на расстоянии 30мм от левого края листа, расстояние между текстом и правым краем листа, рекомендуется оставлять не менее 10мм.; расстояние верхней и нижней строк текста от края листа должен быть не менее 20мм. Номер листа помещается в нижней части листа в центре.

Выравнивание текста по ширине окна. Абзацные отступы - 1,25 см. Кегль (размер букв) равен 14 шрифту Times New Roman. Межстрочный интервал должен быть полуторным.

Содержание пояснительной записки делится на разделы и главы, а при необходимости и пункты, которые должны иметь свои порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами.

Номера каждой главы состоят из номера раздела и главы раздельной точкой. В конце номера главы точка не ставится (например: 6.3).

Номер пункта включает в себя номер раздела, главы и главы самого пункта, которые разделяются между собой точкой. В конце каждого пункта точка также не ставится (например: 6.3.1).

Наименование разделов должно быть кратким, соответствовать содержанию (при рукописном выполнении высота букв 7мм).

Наименование глав и пунктов записывается в виде заголовков. Расстояние между текстом и заголовком должно составлять 15 мм, т. е. одна пустая строка при полуторном интервале. Заголовок главы от заголовка подраздела/параграфа отделяется расстоянием в 8 мм (двойной интервал).

Заголовки печатаются, согласно ГОСТу, прописными (заглавными) буквами. КАПС ЛОКОМ. Заголовки располагаются по центру, подзаголовки – с абзачного отступа. Если заголовок состоит из двух предложений, они разделяются точкой. Переносы в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Жирным шрифтом ни чего не выделяется. Структурные элементы (введение, главы основной части, заключение, список литературы, список сносок) начинаются с нового листа. Конец главы должен занимать не менее третьей части листа.

Изложение текста пояснительной записки должно быть кратким и четким, терминология и определения должны быть едиными, и соответствовать стандартам, а при отсутствии последних, общепринятым в научно-технической литературе. В тексте не допускается сокращение слов, кроме установленных правилами русской орфографии. Если предусматривается ввести сокращения, связанные со специальностью, тогда в первый раз необходимо написать полностью слово или группу слов будущего постоянного сокращения, в скобках тут же показывают принятый сокращенный вариант.

Все иллюстрации в тексте (рисунки, схемы, чертежи, фотографии) именуются рисунками. На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, нумерация сквозная. После номера рисунка точка не ставится, а перед названием ставится тире. Название иллюстрации пишется строчными буквами с первой прописной и без точки в конце.

Название пишется под рисунком в центре строки. Слово «Рисунок» пишется полностью.

1.3.2 Правила оформления таблиц

Таблица располагается сразу после абзаца, где стоит на неё ссылка. Привязка к тексту обязательна. Все таблицы в дипломной работе нумеруются, для этого используются только арабские цифры и последовательная нумерация. Название таблицы следует размещать сразу над ней. Точка после номера таблицы не ставится. После номера идёт тире, затем – название таблицы. У таблицы всегда должно быть название. Требования к названию: оно должно быть кратким, лаконичным, но при этом чётко отражать смысл таблицы, суть приведённой в ней информации. Рекомендуется использовать в названии таблицы 2 – 5 слов. Слово «Таблица»

следует писать с заглавной буквы и обязательно полностью. При переносе таблицы на следующий лист необходимо поставить сверху её полное название таблицы с нумерацией. При делении таблицы на части в пределах одного листа над каждой частью пишется просто «Продолжение таблицы» (без кавычек). Шрифт, кегль в названии таблицы – тот же самый, что и в основном тексте (в ячейках можно использовать меньший размер шрифта). Располагается заголовок таблицы на листе курсового проекта слева, над таблицей. Абзацный отступ в данном случае не используется. Нельзя заканчивать главу, раздел или пункт таблицей. После таблицы обязательно нужно дать обобщение, представленной информации, разместить текстовый вывод.

Оформление табличного материала внутри таблицы

Размещая собранную и обработанную информацию в таблице, придерживайтесь следующих требований ГОСТа:

- Заголовки начинайте с прописной буквы, подзаголовки – со строчной.
- Заголовки, названия столбцов пишите в единственном числе.
 - Точку после заголовков и подзаголовков не ставьте.
 - Горизонтальное расположение заголовков и подзаголовков предпочтительней; вертикальное используется при обоснованной необходимости.
 - Выравнивание отдельных столбцов лучше делать по центру, а построчных заголовков – по левому краю.
 - Горизонтальные ячейки должны быть однострочными.
 - Выравнивать цифровые показатели рекомендуется по центру.
 - Размер шрифта в таблице может быть меньше, чем в тексте, но должен быть ясно различим (не стоит использовать кегль меньше 10-го).
 - Если в различных строках графы повторяется один и тот же текст, состоящий только из одного слова, то вместо дублирования во второй раз ставится фраза «То же», а далее – только кавычки. **Исключение:** кавычки нельзя ставить вместо повторяющихся цифр, математических и химических символов, марок, знаков.
 - В том случае, если в той или иной строке не приводится никаких данных, следует ставить прочерк.

1.3.3 Формулы

Формулы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами, номер ставится в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы.

Ссылки в тексте на порядковый номер формулы дается путем указания этого номера в круглых скобках.

Впервые встречающие символы в той или иной формулировочной зависимости должны быть расшифрованы непосредственно после формулы. Значение каждого символа дается с новой строки в той последовательности, с какой они приведены в формуле. Расшифровка символов должна начинаться с новой строки со слова «где», которое начинается с маленькой буквы без двоеточия после него.

1.3.4 Графические приложения

Графические приложения к курсовому проекту составляются с соблюдением правил машиностроительного черчения ГОСТ 2.782-96 ЕСКД и в соответствии с ГОСТ 2.704-11 ЕСКД Правила выполнения гидравлических и пневматических схем. Для выполнения

чертежей входящих в состав дипломного проекта применяются форматы А1 (841х597мм), А2 (420х594мм), А3 (297х420мм) и А4 (210х297мм) в зависимости от сложности чертежа и количества изображений.

Основная надпись на графической части должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 2.104-68. Текстовая часть надписи, спецификация чертежа должны быть выполнены чертежным шрифтом.

						1. КП. 15.02.03.2025			
						2.			
Изм	Кол	Лист	№док	Подпись	Дата				
Разраб.						3.	Стадия	Лист	
Руковод.							КП		Листов
Консульт.									
Н. контр.						4.	СГИ МГРИ		
Утв .							ТОГ-IV-1 (25)		

1- КП код (шифр) специальности по ОКСО СПО. Год защиты курсового проекта

2- Тема курсового проекта

3- Полное наименование раздела курсового проекта

4- Конкретная расшифровка, чему посвящен лист

Для оформления чертежей дипломного проекта применяются чертежные шрифты.

Особенностью этого шрифта является наклон к основанию строки 75 и одинаковая толщина линий всех элементов букв, цифр и знаков.

Расположение принципиальных, конструктивных схем на листах должно быть технически грамотным, соразмерным и наглядным.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею. Наименование схемы вписывают в графу основной надписи после наименования изделия, для которого выполняется схема, шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия.

ГОСТ 2.704-11 предусматривает следующие основные требования к выполнению схем:

- схема выполняется без соблюдения масштаба и действительного расположения составных частей изделия (установки);
- допускается располагать условные графические обозначения элементов на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не затруднит чтение схемы;
- графические обозначения элементов и соединяющие их линии располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействия его составных частей.

Каждая схема сопровождается перечнем элементов, которые помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. На схеме допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется видом и типом схемы.

Для оформления чертежей дипломного проекта применяются чертежные шрифты.

Особенностью этого шрифта является наклон к основанию строки 75 и одинаковая толщина линий всех элементов букв, цифр и знаков.

1.3.5 Список используемой литературы. Приложения

В конце пояснительной записки помещается список литературы (Список используемой литературы с большой буквы, по середине строки). Литература указывается в алфавитном порядке по фамилиям авторов, при этом пишется фамилия и инициалы, название книги, издательство, год издания.

Делая ссылки по тексту на используемую литературу, указывают в квадратных скобках порядковый номер ее в списке литературы.

Список используемой литературы содержит сведения об источниках, использованных при разработке реферата, курсовой, дипломной или другой научной работы.

Сведения об источниках следует располагать в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами с точкой. При этом на первое место по степени значимости выносятся законодательные и нормативные документы.

Книги и статьи из периодических изданий также приводятся в алфавитном порядке фамилий авторов и заглавий произведений печати. В заглавии описания источников не допускаются сокращения. Особые случаи - сокращения слов, часто встречающиеся в библиографической записи. Обязательно должны быть указаны книги и статьи из журналов на современный момент и за предыдущие 2-3 года издания, предшествующие написанию работы.

Приложения. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение", его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность. Если в отчете одно приложение, оно обозначается "Приложение А".

2. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из текста и графических приложений.

Текст пояснительной записки представляется общей и проектной частями. В общей части дается теоретическое освещение темы на основе анализа имеющейся литературы, характеристика, описание работы гидропривода проектируемого объекта. Проектная часть может быть представлена методикой, предварительным и поверочным расчетами. Примерное содержание курсового проекта приводится ниже, и эта последовательность и форма, должны соблюдаться при составлении с сохранением наименования глав (табл.1)

Таблица 1- Примерное содержание курсового проекта

Наименование разделов и глав
Введение
1.Общая часть
1.1. Характеристика проектируемого объекта
1.2. Принцип работы и свойства гидравлической схемы
2. Проектная часть
2.1.Исходные данные расчета
2.2.Предварительный энергетический расчет Выбор номинального давления.
2.3. Выбор насоса и расчет основных технических показателей.
2.4.Выбор рабочей жидкости
2.5. Выбор и расчет гидродвигателей
2.6.Выбор средств управления и защиты.
2.7.Выбор и расчет трубопровода.
2.8. Определение мощности и КПД гидропривода.

2.9. Тепловой расчет гидропривода
Заключение и выводы
Список использованных источников
Приложения

Графические приложения

1. Принципиальная гидравлическая схема проектируемого механизма.
2. Схема гидроцилиндра.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ

Во введении раскрывается теоретическое и практическое значение избранной темы курсового проекта, обосновывается ее актуальность, определяются цели и задачи, объект и предмет курсового исследования, указывается методологическая и теоретическая основа курсового проекта, его практическая база.

Введение может быть написано в произвольной форме, однако рекомендуется в нем рассмотреть важность и актуальность темы курсового проекта, отразить назначение и роль разрабатываемого гидроривода (системы, устройства и т.п.) в мобильной, технологической машинах, а также, в свою очередь, отметить роль, значение и место этой машины в промышленности необходимость дальнейшего повышения технического уровня изделия с использованием механизации и автоматизации, а также повышение качества продукции и эффективности производства.

Необходимо также сосредоточить внимание на цели и задачах, которые нужно решить в курсовом проекте. Рекомендуется сослаться на достижения, полученные в зарубежной практике при решении задач, поставленных в проекте. Введение обязательно должно быть увязано с темой курсового проекта.

3.1.Разделы общей части проекта

3.1.1. Характеристика проектируемого объекта

Первоначально в этой части необходимо изучить состояние вопроса по теме проекта, провести патентный поиск и изучить существующие и аналогичные схемы и образцы конструкций. Затем осуществляется анализ этих схем и конструкций, вносятся те или иные изменения, улучшающие работу гидросистемы по сравнению с прототипом. Конструкции и характеристики гидропривода обусловлены назначением и характеристиками исполнительных органов машины, для которой этот гидропривод предназначен. Поэтому студент должен хорошо ознакомиться с назначением машины, принципом ее действия, условиями эксплуатации, расположением и взаимодействием гидрооборудования. Конструкция гидропривода должна обеспечить надежную и бесперебойную работу с заданными технико-экономическими показателями и удовлетворять требованиям техники безопасности.

В характеристике проектируемого объекта следует привести:

- тип машины (устройства, установки), ее назначение и роль в технологическом процессе производства, принцип работы;
- характеристика исполнительного органа машины (устройства, установки), для которой предназначен проектируемый гидропривод;
- техническая характеристика машины-аналога.

3.1.2.Принцип работы и свойства гидравлической схемы

Для разработки принципиальной гидравлической схемы необходимо знать структуру гидропривода. В общем случае она должна содержать следующее:

- гидродвигатель. В основном это гидроцилиндр. Рабочая полость - поршневая, противоположная - для холостых ходов; для реализации вращательного движения используется гидромотор.

- гидрораспределители. Реверсируют большие потоки рабочей жидкости, поэтому рабочий золотниковый распределитель управляется гидравлическим способом управляющим гидрораспределителем, который в свою очередь переключается за счет механической связи с рабочим органом.

- устройства для регулирования скорости движения. Применяют дроссельное и объемное регулирование скорости движения. Требуется применение регуляторов расхода для поддержания постоянной скорости движения при переменной нагрузке. Количество дросселей и регуляторов расхода выбирается отдельно для каждого гидродвигателя, по циклограммам движения рабочих органов. Для быстрых перемещений используются дроссели, а для рабочих подач – регуляторы расхода.

Следует отдавать предпочтение объемному способу регулирования как более экономичному;

- устройства для разгона в начале движения гидроцилиндра и торможения в конце ;

- аппаратуру для управления пуском и остановкой гидродвигателя. Применяют обычно для этой цели гидрораспределители с различными видами управления ;

- аппаратуру для предотвращения самопроизвольного опускания штока с рабочим органом при вертикальном его движении;

- устройства для демпфирования колебаний, возникающих при некоторых видах обработки: строгании широким резцом, протягивании и т.д.

Составление принципиальной гидравлической схемы целесообразно начинать с составления схемы “от двигателя”, т.е. нанести на схему места расположения выбранных исполнительных гидродвигателей, затем на их рабочих гидролиниях- регулирующие и исполнительные аппараты в соответствии с режимом работы и другими конкретными требованиями к работе каждого двигателя.

После этого объединить линии нагнетания, слива и дренажа отдельных участков схемы ; при необходимости определить места установки редуцирующих клапанов, дросселей с обратным клапаном (для пропускания потока в одном направлении и ограничения потока в обратном) и других гидроаппаратов. Последним этапом является разработка гидросхемы насосной установки, размещение фильтров и других вспомогательных элементов. При необходимости в схему вводят дополнительные блокирующие устройства, гидрозамки, исключающие возможность возникновения аварийных ситуаций. В ходе разработки гидравлической схемы решают такие принципиальные вопросы, как число потоков гидросистемы (одно-, двух- или многопоточные), характер циркуляции рабочей жидкости (замкнутая или разомкнутая) регулирование скорости привода (нерегулируемый, дроссельный или машинный), способ управления (ручной, дистанционный или автоматический), вопросы компоновки и размещения элементов гидропривода.

Число насосов зависит от того, сколько механизмов должно работать одновременно, т. к. параллельная работа двух гидродвигателей от одного насоса без специальных делителей потока жидкости невозможна - вся жидкость проходит через двигатель с минимальной нагрузкой

Привод механизма циклического действия с визуальным контролем положения рабочих органов обычно выполняют с насосом постоянной подачи и реверсивным распределителем (пример: схема открытого гидропривода); если число механизмов большое, а трубопроводы короткие, то используют схему с разгрузочной линией, которая проходит последовательно через все распределители на слив.

В гидроприводах с кратковременным режимом работы отдельных двигателей, но требующих постоянной готовности и повышенной скорости выполнения операций насос

насос подключают к магистрали через автомат разгрузки, к магистрали подключают гидроаккумулятор.

Механизмы с длительной фиксацией промежуточных положений рабочего органа снабжают гидроцилиндрами, подключенными через гидрозамки.

Управление скоростью гидродвигателя принципиально можно осуществить с помощью управляемых гидравлических сопротивлений - дроссельное управление с помощью гидравлических машин с изменяемым рабочим объемом - объемное регулирование

В тех случаях, когда нагрузка гидропривода зависит от скорости движения выходного звена, скоростью можно управлять, изменяя настройку предохранительного клапана.

С учётом этого в курсовом проекте разрабатывается принципиальная схема гидропривода объекта и выполняется описание работы схемы, указывается назначение элементов схемы.

Записывается движение силовых и управляющих потоков для исполнительного гидравлического двигателя.

3.2.Разделы проектной части проекта

3.2.1. Исходные данные расчета

Расчет и проектирование элементов объемного гидропривода должны производиться с учетом условий их эксплуатации: различные климатические зоны и времена года; работа на открытом воздухе с повышенной запыленностью; вибрация при работе; разнообразные режимы работы с большим количеством включений и широким диапазоном нагрузок.

Исходные данные расчета сведены в таблицу 1

Таблица 1- Исходные данные расчета гидропривода

Наименование показателя	Значение
Машина (установка)	
Привод	
Усилие, кН	
Скорость, м/с	
Длина гидролинии от бака к насосу (всасывающей) $l_{вс}$, м	
Длина гидролинии от насоса к распределителю (напорной) $l_{нап}$, м	
Длина гидролинии от распределителя к баку (сливной) $l_{сл}$, м	
Максимальная температура рабочей жидкости $t_{ж}^{\circ C}$	
Температура окружающей среды $t_{окр}^{\circ C}$	

Проектирование элементов гидропривода должно производиться с учетом режимов его работы. Режим работы гидропривода определяется в зависимости от коэффициентов использования номинального давления, продолжительности работы под нагрузкой, а также числа включений в 1ч (Приложение А).

3.2.2. Предварительный энергетический расчет. Выбор номинального давления

При предварительном расчете привода на основании принятого нагрузочного режима определяются нагрузки на его выходное звено, принимается номинальное давление. Средняя мощность механизма N_{cp} , кВт, для гидропривода поступательного движения определится:

$$N_{cp} = N_{вых} = F \cdot v_m \quad (2.1)$$

где F - усилие, кН

v_m - скорость выходного звена механизма, м/с

Мощность на входе гидродвигателя, $N_{вх}$, кВт, при $\eta_0 = 0,88$

$$N_{вх} = (1/\eta_0) \cdot N_{cp} \quad (2.2)$$

где $\eta_0 = 0,88$ - объемный КПД

Давление в гидросистеме зависит от типа насоса и назначения гидропривода. Давления насоса должно быть тем больше, чем больше нагрузка или мощность приводимого в движение механизма. Малые давления приводят к возрастанию габарита и веса, но способствуют плавной и устойчивой работе; большие давления, снижая габариты и вес, усложняют конструкцию и эксплуатацию гидросистем, уменьшают долговечность гидрооборудования. Номинальное давление обычно выбирают на основании существующих рекомендаций и статистических данных, полученных при практическом использовании машин данного типа. При этом за величину расчетного давления принимают номинальное давление насосов, серийно выпускаемых промышленностью и использованных в машинах, аналогичных проектируемой.

Номинальное давление в гидросистеме P_n назначают в соответствии с нормальным рядом давлений по ГОСТ 12445-80 (Гидроприводы объемные, пневмоприводы и смазочные системы. Номинальные давления) (МПа): 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32.

Можно рекомендовать следующие соотношения мощности гидропривода и номинального давления:

Таблица 2- Соотношения мощности и номинального давления в гидроприводе

Мощность, кВт	до 0,1	0,1 – 1	1,0 – 5,0	5,0–20,0	св 20
Номинальное давление, кВт МПа	1,0	1-6,3	6,3-10	10-16	16-25

Рабочее давление, $P_{раб}$, МПа в соответствии с рассчитанной мощностью

$$P_p = P_n \cdot (F/F_{макс}) \quad (2.3)$$

Номинальная мощность гидродвигателя, N_n , кВт определится:

$$N_n = (N_{вых} \cdot P_n) / P_p \quad (2.4)$$

Таким образом, гидродвигатель должен иметь номинальное рабочее давление $P_{ном}$ МПа и номинальную мощность не менее N_n кВт, а насос должен иметь максимальное рабочее давление не ниже $P_{ном}$ МПа.

Мощность приводного двигателя, $N_{пр}$ кВт:

$$N_{пр} = N_{вх} / \eta_d \quad (2.5)$$

где η_d – механический КПД приводного двигателя.

3.2.3. Выбор насоса и расчет основных технических показателей

Насос подбирается по номинальному рабочему давлению и величине подачи. Подача насоса должна обеспечить требуемый расход жидкости в гидродвигателе (гидроцилиндре или гидромоторе).

Тип насоса выбирается исходя из опыта проектирования и эксплуатации машин в зависимости от режима работы гидропривода.

В гидроприводах легкого и среднего режимов рекомендуется применять шестеренные и пластинчатые насосы, для тяжелых режимов-аксиально-поршневые насосы.

Предварительно выбирают тип насоса.

В предварительных расчетах величины общего η_n и объемного. $\eta_{n\text{ об}}$ к.п.д. для различных типов насосов могут быть приняты в следующих пределах:

шестеренных $\eta_n = (0,80 \div 0,85)$; $\eta_{n\text{ об}} = (0,90 \div 0,94)$;

аксиально-поршневых $\eta_n = (0,85 \div 0,90)$; $\eta_{n\text{ об}} = (0,95 \div 0,98)$;

пластинчатых $\eta_n = (0,60 \div 0,80)$; $\eta_{n\text{ об}} = (0,70 \div 0,90)$.

При предварительном расчете гидропривода потери давления на линейные и местные сопротивления, сил трения и инерционных сил рекомендуется учитывать коэффициентом запаса по усилию $K_{з\text{у}} = 1,1 \dots 1,2$; утечки и уменьшение подачи вследствие перегрузки двигателя – коэффициентом запаса скорости $K_{з\text{с}} = 1,1 \dots 1,3$.

Меньшие значения принимаются для приводов, работающих в легком и среднем режимах, а больше - в тяжелых и весьма тяжелых режимах эксплуатации.

Мощность насосной установки $N_{\text{н\text{у}}}$ кВт:

$$N_{\text{н\text{у}}} = K_{з\text{у}} \cdot K_{з\text{с}} \cdot N_{\text{ц}} \quad (2.6)$$

Определив мощность привода установки, можно определить расход рабочей жидкости в гидросистеме $Q_{\text{гп}}$ м³/с:

$$Q_{\text{гп}} = N_{\text{н\text{у}}} / P_{\text{н}} \quad (2.7)$$

При выборе насоса основными параметрами являются рабочий объем q (см³/об), номинальное давление $P_{\text{ном}}$ (МПа), номинальная частота вращения $n_{\text{ном}}$ (об/мин), а дополнительным – номинальная подача $Q_{\text{ном}}$ (л/мин), которая должна соответствовать расходу гидропривода $Q_{\text{гп}}$.

Определяют расчетный рабочий объем $q_{\text{н}}$ (см³), выбранного насоса:

$$q_{\text{н}} = 10^3 Q_{\text{гп}} / n_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{о.н}} \quad (2.8)$$

где $Q_{\text{гп}}$ – расход гидропривода, л/мин;

$n_{\text{ном}}$ - номинальное число оборотов вала насоса, об/мин;

$\eta_{\text{о.н}}$ – объемный КПД, принимаемый по технической характеристики насосов.

По значениям параметров: $q_{\text{н}}$, $n_{\text{ном}}$, $P_{\text{ном}}$, выбирают насос с ближайшим значением рабочего объема $q_{\text{н}}$ (см³/об) и рассчитывают действительную подачу насоса $Q_{\text{н}}$ (л/мин):

$$Q_{\text{н}} = 10^{-3} \cdot q_{\text{н}} \cdot n_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{о.н}}, \quad (2.9)$$

которая может отличаться от его расчетной подачи.

Максимальное давление $P_{\text{н макс}}$, которое может создавать насос при перегрузках, ограничивается клапаном:

Оно не должно превышать максимально допустимое значение давления $P_{\text{мах}}$ данного насоса, в технической характеристике. Также частота вращения $n_{\text{н}}$ выбранного насоса должна быть меньше допустимой ее величины $n_{\text{мах}}$, приведенной в его технической характеристике.

Мощность $N_{\text{н}}$, кВт, потребная для привода насоса определяется по формуле:

$$N_{\text{н}} = P \cdot Q / 1000 \cdot \eta_{\text{н}} \quad (2.10)$$

где P – давление, развиваемое насосом, н/м²;

Q – подача насоса, м³/с;

$\eta_{\text{н}}$ – общий КПД насоса по технической характеристике.

2.2.4. Выбор рабочих жидкостей

В гидроприводах применяются загущенные минеральные масла, обладающие хорошей смазывающей способностью, химической стабильностью при

повышенных температурах, хорошими антикоррозийными и противопенными свойствами. В настоящее время широко применяются следующие масла: МГ-20, МГ-30, ВМГЗ, АМГ-10, ИС-20.

В качестве рабочих жидкостей в гидравлическом приводе применяют минеральные масла, водомасляные эмульсии, смеси и синтетические жидкости. Выбор рабочих жидкостей для гидросистемы машины определяется:

- диапазоном рабочих температур;
- давлением в гидросистеме;
- скоростями движения исполнительных механизмов;
- конструкционными материалами и материалами уплотнений;
- особенностями эксплуатации машины (на открытом воздухе или в помещении, условиями хранения машины, возможностями засорения и т.д.).

При выборе марки масла температурные пределы применения рабочей жидкости определяются по приложению В

В гидроприводах, эксплуатируемых на открытом воздухе при температуре от +50 до -60 С рекомендуется применять не более двух сортов рабочей жидкости (летнее и зимнее). Уровень вязкости рабочей жидкости в условиях эксплуатации должен находиться в пределах 20-200сСт(мм /с). Температура застывания рабочей жидкости должна быть на 15-20 С ниже наименьшей температуры окружающей среды, в которой будет эксплуатироваться гидросистема. Максимальная температура рабочей жидкости в гидросистеме не должна превышать 70-80 С. Для обеспечения оптимального температурного режима гидросистем, работающих в тяжелых климатических условиях, необходимо предусматривать средства для охлаждения рабочей жидкости (маслорадиаторы) или прогрева пропуск через предохранительный клапан насоса под максимальной нагрузкой). Для выбора рабочей жидкости необходимо знать граничные величины температуры окружающего воздуха, которые зависят от климатической зоны эксплуатации.

Масла МГ-20 и МГ-30 предназначаются для гидроприводов, работающих на открытом воздухе в средних и южных районах (заменители: ИС-20, ИС-30); ВМГЗ пригодно для всесезонной эксплуатации гидроприводов в районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, а в средних и южных зонах -в зимний период (заменитель- АМГ-10) МГ-30.

Масло ВМГЗ (температура застывания минус 60°С) изготавливают из маловязкой фракции дизельного топлива, подвергнутой адсорбционной очистке и депарафинизации с добавлением присадок. Оно предназначено в качестве всесезонного сорта рабочей жидкости в северных районах страны и в качестве зимнего сорта — в средней климатической зоне и в южных районах Сибири. Масло ВМГЗ может быть заменено маслом АМГ-10.

Граничные температуры окружающего воздуха для различных климатических зон:

- | | |
|----------------------------|------------------|
| - Крайний Север и Сибирь | от -50 до +35 С; |
| - районы средней полосы РФ | от -35 до+ 40 С; |
| - южные районы стран СНГ | от -25 до +50 С. |

3. 2.5. Выбор и расчет гидродвигателя

Выбор и расчет гидроцилиндра

Основными параметрами гидроцилиндра являются; ход поршня L , диаметры поршня D и штока d , номинальное давление $P_{ц.ном}$.

Ход поршня L обычно задают конструктивно в соответствии с ходом рабочего органа машины или определяют через кинематическую цепь, если между гидроцилиндром и рабочим органом имеется передача. Необходимое давление $P_{ц.р}$ для создания (необходимого) заданного усилия F принимают равным:

$$P_{ц.р.} = 0,9 P_{ном}$$

где $P_{ном}$. – выбранное номинальное давление в гидросистеме, МПа.

$$D = \sqrt{(4F / \pi \cdot P_{ц,р}) \cdot K} \quad (2.11)$$

где $K = 1,1 \div 1,2$ – коэффициент потерь.

По стандартному ряду принимают диаметр поршня.

Соотношение между диаметрами штока и поршня:

$$d / D = 0,3 \dots 0,7$$

По стандартному ряду принимают диаметр штока

Отношение длины хода поршня к его диаметру выбирается в пределах $\frac{L}{D} < 15$;

$$H = (5 \dots 15) D$$

По стандартному ряду принимают ход поршня

По расчетным данным принимают стандартный гидроцилиндр, который записывается так:

Например:

ГЦ-10-63/35-200

Где 10- номинальное давление в гидросистеме, МПа;

63- диаметр поршня, мм;

35- диаметр штока, мм;

200- ход штока, мм

Требуемый для работы гидроцилиндра расход жидкости $Q_{ц}$, м³/с:

$$Q_{ц} = s \cdot v = (\pi D^2 / 4) \cdot v \quad (2.12)$$

Рассчитанная ранее действительная подача выбранного насоса должна обеспечить требуемый для работы гидроцилиндра расход жидкости $Q_{ц}$. В противном случае необходимо произвести перерасчет.

По условиям компоновки определяются максимально допустимые габаритные размеры и производится предварительная проработка конструкции гидроцилиндра по стандартному гидроцилиндру. Схема гидроцилиндра выполняется на стандартном листе формата А3.

3. 2. 6. Выбор средств управления и защиты

Направляющая гидроаппаратура предназначена для изменения направления потока жидкости путем полного открытия проходных сечений отверстий. К ней относятся гидрораспределители, обратные клапаны, гидрозамки, гидроклапаны последовательности, блоки сервоуправления.

Предохранительные, переливные, подпиточные и редукционные клапаны, дроссели и регуляторы потока жидкости относятся к регулирующей аппаратуре. Они применяются для регулирования давления и потока рабочей жидкости путем изменения площади проходного сечения отверстия.

Основными параметрами направляющей и регулирующей гидроаппаратуры являются номинальное давление $P_{ном}$, условный проход D_y , и номинальный поток $Q_{ном}$.

Необходимые гидроаппараты выбираются в соответствии с принятой принципиальной гидравлической схемой ОГП.

Основными параметрами регулирующей гидроаппаратуры являются номинальное давление $P_{ном}$, условный проход D_y , и номинальный поток $Q_{ном}$.

При проектировании гидроприводов данная гидроаппаратура не рассчитывается, а выбирается по основным параметрам при соблюдении следующих условий:

$$P_{ном} \geq P_{ном,р}, \quad Q_{ном} \geq Q_{ном,р}$$

Типоразмеры направляющих и регулирующих гидроаппаратов (гидравлических распределителей, обратных клапанов и гидрозамков, напорных и редукционных клапанов) выбираются по условию пропускания ими расчетной подачи Q_p без превышения рабочего давления P .

При выборе конкретных гидроаппаратов предпочтение следует отдавать гидроаппаратам, имеющим наиболее близкие к расчетным номинальные значения давления ($P_{ном.р.}$) и расхода ($Q_{ном.р.}$).

Тип и марку распределителя выбирают по номинальному давлению, подаче насоса. В зависимости от числа золотников гидрораспределители подразделяют на распределители с одним и несколькими золотниками. В последнем случае распределители могут быть моноблочными или секционными. Для гидроприводов самоходных машин, работающих в легком и среднем режимах, обычно выбирают моноблочные ($P=14$ и 16 МПа), а для тяжелого и весьма тяжелых режимов эксплуатации (аксиально-поршневыми насосами) секционные и моноблочные ($P=32$ МПа).

Предохранительные и переливные клапаны выбираются из условия пропускной способности Q_p при давлении открытия клапана. Основными параметрами регулирующей гидроаппаратуры являются номинальное давление $P_{ном}$, номинальный расход $Q_{ном}$ и условный проход.

Условный проход, номер схемы выбирается по таблицам приложения.

Записывается техническая характеристика выбранного распределителя.

Например:

Распределитель выбираем по типу, номинальному давлению и требуемому расходу гидроцилиндра.

Принимаем распределитель: ВЕ2044

Техническая характеристика:

Номинальный расход масла - 200 л/мин

Номинальное давление - 20 МПа

Условный проход - 20 мм

Тип предохранительного клапана, условный проход выбирают по таблицам приложения

Например:

Для защиты гидропривода от перегрузок выбираю предохранительный клапан по номинальному значению и расходу: ПД Г54-3 5

Техническая характеристика:

Номинальный расход - 200 л/мин

Номинальное давление - 20 МПа

Условный проход - 32 мм

В курсовом проекте следует рассмотреть также защиту гидропривода от загрязнения рабочей жидкости, а также учет условий эксплуатации гидропривода рассматриваемого оборудования.

Защита гидропривода от загрязнения рабочей жидкости осуществляется системой фильтров. Перед устройством дистанционного и автоматического управления рекомендуется устанавливать фильтры с тонкостью фильтрации

5-15 мкм. Фильтры рекомендуется включать параллельно с подпорными клапанами, которые образуют обход фильтра при его чрезмерном загрязнении и препятствуют разрушению фильтрующего элемента.

Применяют две схемы фильтрации: последовательную и параллельную. При применении последовательной схемы фильтрации возможны следующие варианты расположения фильтров:

- установка фильтра на всасывающей магистрали защищает насос, однако фильтр увеличивает сопротивления, что ухудшает условия работы насоса и заполнение его жидкостью. В связи с этим устанавливается фильтр грубой очистки (защитная сетка), препятствующий попаданию крупных частиц в насос.

- установка фильтра на нагнетательной линии предохраняет от загрязнения все агрегаты гидросистемы, кроме насоса, а фильтр будет находиться под рабочим давлением, что усложняет его конструкцию. В этом случае необходимо параллельно фильтру устанавливать

шунтирующую магистраль с подпорным клапаном при открытии которого жидкость поступает в напорную магистраль, минуя фильтр.

- установка фильтра на сливной линии хотя непосредственно не предохраняет гидроагрегаты от загрязнения, поступающие от гидросистемы, имеет преимущества перед первыми двумя способами: продукты загрязнения, поступающие из гидросистемы, задерживаются перед баком, что обеспечивает питание насоса и всех гидроагрегатов очищенной рабочей жидкостью; фильтр не препятствует всасыванию и не находится под рабочим давлением.

Основными параметрами фильтров являются условный проход, номинальное давление и номинальная тонкость фильтрации.

Типоразмер фильтра выбирается по каталогу из условия, что его номинальный расход (пропускная способность) не меньше потока рабочей жидкости в месте установки фильтра, а номинальная тонкость фильтрации соответствует величине зазоров сопряженных деталей гидромашин и гидроаппаратов. Для ОГП с рабочим давлением до 6,3 МПа (пластинчатые гидромашин) рекомендуется номинальная тонкость фильтрации $\delta = 63-80\text{мкм}$, с рабочим давлением до 10 МПа (шестеренные гидромашин)- $\delta < 80\text{мкм}$. При использовании радиально-поршневых и аксиально-поршневых гидромашин для рабочих давлений до 16 МПа $\delta = 25-40\text{мкм}$, больше 16 МПа- $\delta = 10-15\text{мкм}$.

Для гидрофицированных самоходных машин, эксплуатируемых в условиях холодного климата, номинальный поток жидкости фильтра должен быть в 1,5 раза больше потока, подаваемого насосами.

Например:

По пропускаемой способности в системе, номинальному давлению и расходу в гидросистеме выбираем фильтр который устанавливается на напорной гидромагистрали, типа ФГМ-1640М

Техническая характеристика:

Максимальное рабочее давление- 16Мпа

Номинальный расход-112 л/мин

Тонкость фильтрации -10мкм

Для выбранных гидроаппаратов и вспомогательных устройств должны быть указаны тип и обозначение, номинальный расход, диапазон рабочих давлений или максимальное давление, возможные утечки рабочей жидкости, перепад давления (потери давления). Для фильтров указать также номинальную тонкость фильтрации.

В курсовой работе необходимо указать оснащение гидропривода контрольной аппаратурой : рекомендуется установка манометра для измерения давления, измерителя уровня жидкости в баке и температуры жидкости. Дополнительно устанавливаются приборы контроля скорости и положения выходного звена гидродвигателя, давления в сливном трубопроводе, датчики расхода жидкостей, датчик температуры рабочей жидкости в баке.

3.2.7.Выбор и расчет трубопровода

Расчет потерь давления в гидросистеме производится для определения эффективности спроектированного гидропривода и уточнения выходных параметров. Потери давления не превышают 6% от номинального давления насосов, если гидросистема спроектирована правильно. В гидросистемах машин, эксплуатирующихся в районах Сибири и Крайнего Севера, потери давления в зимнее время допускается до 12%, а в период разогрева рабочей жидкости – до 20%.

Для выполнения гидравлического расчета необходимо разбить трубопровод на участки: линия нагнетания, обратная линия.

Для каждой линии вести расчет в следующей последовательности:

- определяется внутренний диаметр трубы или гибкого рукава d , м

по формуле:

$$d = \sqrt[4]{4Q/(\pi \cdot v_{cp})} \quad (2.13)$$

где Q – расход жидкости на участке, $\text{м}^3/\text{с}$

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость рабочей жидкости, $\text{м}/\text{с}$

При расчетах рекомендуются следующие значения средней скорости рабочей жидкости в трубопроводах:

всасывающих- $v = 0,5 \div 1,5 \text{ м}/\text{с}$;

напорных при $P < 10 \text{ МПа}$

$v = 3 \div 4 \text{ м}/\text{с}$

при $P > 10 \text{ МПа}$

$v = 5 \div 6 \text{ м}/\text{с}$

сливных открытых систем $v = 2 \text{ м}/\text{с}$

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного по ГОСТ 8732-78,

ГОСТ – 8734-75 (размеры стальных бесшовных труб) и ГОСТ 51207-98 (размер РВД).

- по таблицам приложения Г выбрать стандартный диаметр и тип трубы.

- определяется действительная скорость в принятом к установке стандартном трубопроводе масла:

$$v_d = 4Q / \pi \cdot d_{\text{ст}}^2 \quad (2.14)$$

- определяется коэффициент Дарси λ в зависимости от режима потока жидкости по таблице приложения Д. Для определения режима движения жидкости определяется число Рейнольдса Re .

- провести расчет потерь давления на прямолинейных участках трубопровода по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P_{\text{дл}} = \lambda \cdot (L/d) \cdot \rho \cdot (v^2/2); \quad (2.15)$$

- провести расчет потерь давления в местных сопротивлениях по формуле Вейсбаха:

$$\Delta P_{\text{м}} = \xi \cdot (\rho \cdot v^2/2) \quad (2.16)$$

Коэффициент местных сопротивлений ξ принимаются в зависимости от вида сопротивления по справочным данным. При отсутствии данных о потерях давления в гидроаппаратах, их можно определить как потери в местных сопротивлениях, принимая ξ г.а из справочных таблиц.

- используя принцип сложения потерь, определить полный перепад давления в системе. рекомендуется потери давления суммировать по отдельным участкам: напорной и сливной гидролиниям для каждого гидродвигателя. Если участки соединены последовательно, то общая потеря давления равна сумме потерь на всех участках. Потери параллельно соединенных участков подсчитываются для каждой из них, но при определении давления, создаваемого насосом, учитывается наибольшее из них.

Полный перепад давления в системе, который должен обеспечить насос, равен сумме всех потерь, т.е. потерь на всасывание, нагнетание, обратной линии. В эту величину не входят потери в самом насосе, определяемые величиной КПД насоса.

$$\Sigma \Delta P = \Sigma \Delta P_l + \Sigma \Delta P_m + \Sigma \Delta P_{\text{г.а}}, \quad (2.17)$$

где $\Sigma \Delta P_l$ – суммарные потери давления на трение по длине всех участков трубопровода;

$\Sigma \Delta P_m$ – суммарные потери давления в местных сопротивлениях трубопровода;

$\Sigma \Delta P_{\text{г.а}}$ – суммарные потери давления в гидроаппаратах.

- результаты расчета свести в таблицу

Таблица 3- Сводная таблица расчета потерь давления в гидроприводе

№Учас тка	lпр, м	dвн, м	Q, см3 /с	v, м/с	Re	Λ	ρ, кг/м3	Δр,кПа
Всасывающая линия								
Напорная линия								
Сливная линия								
Армату ра	-	-	-	-	-	-	-	
Гидроа ппарат ы	-	-	-	-	-	-	-	
Фильтр	-	-	-	-	-	-	-	

3.2.8. Определение мощности и КПД гидропривода

Полная мощность гидропривода $N_{г.п}$ (кВт) равна мощности, потребляемой насосом

$$N_{гп}=N_n=(P_n \cdot Q_n)/1000 \cdot \eta_n \quad (2.18)$$

где $N_{г.п} = \sum N_{ni}$ – сумма мощностей установленных насосов;

Полезная мощность гидропривода определяется по действительным выходным параметрам гидродвигателей

К.п.д. гидропривода

подсчитывается как произведение полных к.п.д. насоса гидродвигателя и гидросети

$$\eta_{гп} = \eta_n \cdot \eta_{д} \cdot \eta_c \quad (2.19)$$

где $\eta_c = (P_n - \sum \Delta P) / P_n$ – КПД гидросети

3.2.9 Тепловой расчет

Выбор бака производится из условия отстоя и успокоения жидкости. Этим условиям удовлетворяет бак, объем которого примерно на 25% больше объема жидкости, перекачиваемой всеми насосами в зависимости от режима работы за 1-3,5 минуты (60-210 секунд).

$$V_A = 1,25(60...120 \sum Q_i), \quad (2.20)$$

Площадь бака:

$$\dot{A}_A = 6,3 \cdot \sqrt[3]{V_A^2}, \quad (2.21)$$

Тепловой расчет гидропривода рекомендуется проводить для среднего, тяжелого и весьма тяжелого режимов работы с целью определения температуры рабочей жидкости и выяснения необходимости установки специальных устройств.

Тепловой поток (кВт) через стенки маслобака эквивалентен потерянной мощности и с учетом режима работы K_H определяется по формуле

$$G = N_H \cdot K_H \cdot (1 - \eta_{г.п}) \quad (2.22)$$

$K_H=0,3$ -для легкого режима работы, $0,4..0,7$ -для среднего, $0,7....0,8$ -для тяжелого, $>0,9$ –для весьма тяжелого режимов работы.

Суммарная площадь теплообмена

$$S_p = G / [\alpha T \cdot (t_m - t_b)] \quad (2.23)$$

где αT – коэффициент теплоотдачи наружных поверхностей гидросистемы в окружающую среду (воздух);

t_m – температура рабочей жидкости (масла), °С;

t_b - температура окружающего воздуха, °С.

Коэффициент теплоотдачи αT (Вт/м² °С) может быть принят для гидроприводов строительно-дорожных машин: навесные экскаваторы (40-42), ковшовые погрузчики – (38–40,5), автогрейдеры (36-39); бульдозеры (35-37). При отсутствии обдува αT не превышает 15Вт / м² °С

Для нормальной работы гидросистемы для обеспечения необходимой температуры масла, номинальную емкость бака рекомендуют принимать в зависимости от режимов работы равной для: легкий – 2; средний – 2,5; тяжелый – 3, весьма тяжелый – 3,5 минутной производительности насоса.

Теплообменник необходимо устанавливать в гидросистеме, если $S_p > A_{бака}$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трифонова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. О. Трифонова, О. И. Трифонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 140 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13670-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518848>
2. Ивановский, Ю. К. Основы теории гидропривода : учебное пособие / Ю. К. Ивановский, К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2955-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212657>
3. Нагорный, В. С. Гидравлические и пневматические системы : учебное пособие для спо / В. С. Нагорный. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-7337-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158940>

4. Лещинский, А. В. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Лещинский. — 2-е изд., доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15690-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544313>
5. Чмиль, В. П. Гидропневмоавтоматика транспортно-технологических машин : учебное пособие / В. П. Чмиль. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2042-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212633> (дата обращения: 12.04.2023).
6. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. М. Лифиц. — 13-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 362 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08670-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470077>
7. Селезнев, В. А. Компьютерная графика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 218 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08440-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471213>

Периодические издания:

Естественные и технические науки : науч. журнал / гл. ред. А. Я. Хавкин. — Москва : ООО "Издательство "Спутник+", 2002 — .— Выходит 12 раз в год. — ISBN печатной версии 1684 – 2626. — Текст : непосредственный

ГИДРАВЛИКА: научный журн. /Семенов Станислав Евгеньевич, 2016 — .— Москва : Семенов Станислав Евгеньевич . 2 раза в год. — ISSNонлайновой версии 2542-0518 . — Текст : электронный // ЭБС elibrary [сайт]. — URL : <https://elibrary.ru> (дата обращения

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотечная система «БиблиоТех. Издательство КДУ» <https://mgri-rggru.bibliotech.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань»/ колл. Инженерно-технические науки (ТюмГУ) www.e.lanbook.com
3. Электронно-библиотечная система elibrary» / Правообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «РУНЭБ» (RU)<https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» / www.urait.ru

Приложение

Титульный лист курсового проекта



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Старооскольский геологоразведочный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему: **Проектирование аккумуляторного гидропривода
машины для литья под давлением**

по специальности: **15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических
машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики**

студент

Иванов Иван Иванович

Руководитель

Кравец Татьяна Васильевна

Старый Оскол - 2025

Приложение А

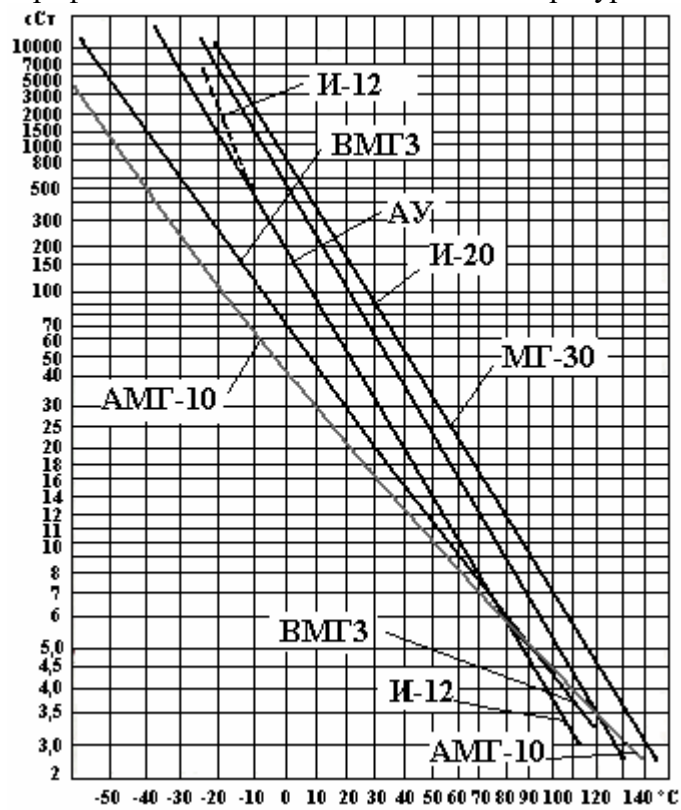
Режим работы гидропривода

Режим работы гидропривода	Коэфф. использ. ном. давления.	Коэфф. продолж. работы под нагр.	Число включений в час	Область применения
Легкий	$< 0,4$	$0,1 \div 0,3$	До 100	Системы управления, трубоукладчик, рыхлитель.
Средний	$0,4 \div 0,7$	$0,3 \div 0,5$	100-200	Скреперы, бульдозеры, автогрейдеры.
Тяжелый	$0,7 \div 0,9$	$0,5 \div 0,8$	200-400	Погрузчики, автокраны.
Весьма	$> 0,9$	$0,8 \div 0,9$	400-800	Экскаваторы, машины

тяжелый				непрерывного действия.
---------	--	--	--	------------------------

Приложение Б

График зависимости вязкости от температуры



Технические характеристики рабочих жидкостей

Марка масла	Нормативные документы	Плотность при 20 ⁰ С кг/м ³	Вязкость, сСт		Температура, ⁰ С		Температурные пределы изменения, ⁰ С	Область применения
			при 50 ⁰ С	При 0 ⁰ С	застывания	вспышки		
АМГ-10	ГОСТ 6794-75	870	10	42	-70	92	-45.....+60	Всесезонное, в ответственных гидросистемах при давлениях до 25 МПа и для районов особо сурового климата
ВМГЗ	ТУ 38-1-01-479-86	860	19	66	-60	135	-40.....+35	То же
МГ-20	ТУ 38-1-01-50-70	885	20	300	-40	180	-15.....+50	В закрытых помещениях
МГ-30	ТУ 38-1-01-50-70	890	30	760	-35	190	-10.....+60	В летний сезон на открытом воздухе
М-10В ₂	ГОСТ 8581-78	890	82	7000	-15	190	-10.....+90	В летний сезон в приводах с шестеренными насосами и моторами
М-8В ₂	ГОСТ 8581-78	886	52	2500	-25	200	-20.....+50	В зимний сезон в приводах экскаваторов
ИС-20	ГОСТ 20799	890	20	300	-15	200	-10.....+60	Заменитель масла МГ-20
ИС-30	ГОСТ 20799	890	28	760	-15	190	-10.....+60	Заменитель масла МГ-30
Веретенное АУ	ГОСТ 1642-75	890	12	190	-45	163	-15.....+60	Заменитель масла ВМГЗ
Shell	-	887	23	400	-20	195	-15.....+70	Летний сорт для умеренного климата

Размеры труб для трубопровода

Условный проход мм	Номинальное давление, МПа											
	до 6,3			до 10			до 20			до 32		
	dn _т ,мм	S, мм	двн,мм	dn _т ,мм	S, мм	двн,мм	dn _т ,мм	S,мм	двн,мм	dn _т ,мм	S, мм	двн,мм
6	8	1	6	10	2	6	14	3,5	7	14	3,5	7
8	10	1	8	14	3	8	18	3,5	11	18	4,5	9
10	12	1	10	18	3	12	22	5	12	22	5	12
13	14	1	12	20	3,5	13	25	5	15	25	5	15
16	18	1,4	15,2	22	3,5	15	28	6	16	28	6	16
20	22	1,4	19,2	28	3,5	21	34	6	22	34	6	22
25	28	2	24	34	4	26	42	7	28	42	8	26
32	38	2,5	33	42	4	34	50	7	36	50	8	34
40	45	3	39	50	4	42	60	8	44	60	10	40
50	57	3,5	50	60	5	50	76	10	56	76	12	52
63	68	4	60	76	6	64	89	11	67	89	14	61

Примечание dn_т-наружный диаметр трубы, мм;
двн –внутренний диаметр трубы, мм;
S- толщина стенки, мм.

Приложение Д

Значения коэффициента Дарси.

Re	λ	Re	λ	Re	λ
4000	0,0403	45000	0,0212	450000	0,0133
5000	376	50000	207	500000	130
6000	356	60000	198	600000	126
7000	340	70000	192	700000	123
8000	328	80000	186	800000	121
10000	308	100000	178	1000000	116
15000	276	150000	164	15000000	108
20000	257	200000	155	20000000	103
25000	243	250000	148	25000000	100
30000	233	300000	143	30000000	196