

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Системы автоматизированного проектирования
гидропневмосистем»**

для обучающихся по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа: «Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика» дневной и заочной форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
энергомеханических систем.
Протокол № 10 от 28.03.2019 г.

УТВЕРЖДЕНО
на заседании учебно-издательского
совета ДОННТУ.
Протокол № 2 от 24.04.2019 г.

Донецк
2019

Рецензенты:

Михайлов Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения ГОУВПО «ДОННТУ»;

Федоров Олег Васильевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

Составители:

Селивра Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Моргунов Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

- М54 Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования гидропневмосистем» [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа: «Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика» дневной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. энергомехан. систем; сост.: С. А. Селивра, В. М. Моргунов. - Электрон. дан. (1 файл). - Донецк : ДОННТУ, 2019. - Систем. требования: Acrobat Reader.

Методические указания освещают вопросы, связанные с подготовкой курсовой работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования гидропневмосистем», приведены варианты заданий, методические указания к ним, перечислены требования к выполнению и оформлению курсовой работы, приведен необходимый справочный материал.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	4
2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ.....	5
3 СОДЕРЖАНИЕ И ЗАДАНИЯ К РАБОТЕ.....	6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ... ..	8
5 ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	14
6 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	17
7 ЗАЩИТА РАБОТЫ.....	20
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ А Образец титульного листа пояснительной записки.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Образец задания на курсовую работу.....	23

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В программу подготовки магистров по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика» входит выполнение курсовой работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования гидропневмосистем».

Цель работы – приобретение студентами практических навыков по составлению и расчету простых схем гидропневмоприводов, содержащих средства автоматизации и аппараты кондиционирования рабочей жидкости.

Основным критерием при оценке выполненной курсовой работы является умение принимать обоснованные технические решения, использовать новую прогрессивную технику, оборудование и устройства, применять современные методы расчет и средства вычислительной техники, пользоваться справочной и патентной литературой.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, который является одновременно консультантом и нормоконтролером (контроль выполнения требований нормативных документов). Это не лишает права студента самому принимать технические решения, которые должны быть обоснованы и защищены.

Преподаватель выдает задание на курсовую работу, утверждает календарный план и контролирует установленные сроки выполнения, консультирует студентов согласно расписанию занятий (консультаций).

Студент обязан заблаговременно (за две недели до защиты для стационарной формы обучения и за три недели до экзаменационной сессии для заочной формы обучения) сдать выполненную работу на проверку руководителю.

Замечания необходимо устранить до защиты курсовой работы.

3 СОДЕРЖАНИЕ И ЗАДАНИЯ К РАБОТЕ

Курсовая работа по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования гидropневмосистем» выполняется по индивидуальным заданиям и состоит из двух частей:

1. Рассчитать параметры пневмосхемы.
2. Привести потактовое описание одной типовой пневмосхемы.

В первой части необходимо составить схему пневмопривода, предусмотрев кондиционирование воздуха, с цилиндром одностороннего действия или двустороннего действия с двусторонним штоком (в зависимости от варианта задания по табл. 1). Номер варианта для студентов стационарной формы обучения определяет преподаватель. Студенты – заочники выбирают задание в зависимости от последней цифры шифра.

Задание рекомендуется выполнять с использованием демонстрационных версий программных пакетов моделирования схем гидро- и пневмоавтоматики FluidSIM Festo Didactic.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Источник энергии	Тип распределителя	Управление распределителем
Схемы с цилиндром одностороннего действия			
1	Компрессор	3/2	Электропневматическое повышением давления с ручным дублированием
2	Магистраль	3/3	Электромагнитное с ручным дублированием
3	Компрессор	4/2	Электропневматическое повышением давления без ручного дублирования
4	Аккумулятор	4/3	Пневматическое повышением давления
5	Магистраль	4/2	Пневматическое понижением давления
Схемы с цилиндром двустороннего действия			
6	Аккумулятор	4/3	Электропневматическое понижением давления без ручного дублирования
7	Компрессор	4/2	Электропневматическое понижением давления с ручным дублированием
8	Магистраль	4/2	Электропневматическое повышением давления с ручным дублированием
9	Аккумулятор	5/2	Пневматическое повышением давления
0	Компрессор	4/3	Пневматическое понижением давления

Для составленной схемы рассчитать массовый расход воздуха и скорость перемещения поршня в соответствии с данными табл. 2. В табл. 2 приняты следующие обозначения: l_1 – длина трубопроводов

до распределителя; l_2 – длина трубопроводов между распределителем и пневмоцилиндром; l_3 – длина трубопроводов после пневмоцилиндра; p_0 – подводимое давление; D_n – диаметр поршня; F – сила полезного сопротивления, приложенная к поршню; D – диаметр труб; $d_{ш}$ – диаметр штока; $\Delta\varepsilon$ – эквивалентная шероховатость труб; ζ_ϕ – коэффициент местного сопротивления фильтра; ζ_p – коэффициент местного сопротивления распределителя; ζ_e – коэффициент местного сопротивления вентиля. Коэффициент местного сопротивления маслораспылителя принять равным $\zeta_m = 21$. Температуру воздуха принять 20°C .

Таблица 2

Последняя цифра шифра	p_0	l_1	l_2	l_3	D_n	F	D	$d_{ш}$	$\Delta\varepsilon$	ζ_ϕ	ζ_p	ζ_e
	МПа	м	м	м	мм	кН	мм	мм	мм			
1	0,4	5	10	-	100	0,9	10	-	0,01	15	12	4
2	0,6	4	9	-	50	0,3	12	16	0,02	16	18	5
3	0,3	4	8	-	40	0,2	10	12	0,01	17	13	6
4	0,45	6	9	-	25	0,15	8	10	0,03	18	16	8
5	0,63	2	5	-	100	0,4	10	-	0,02	10	14	10
6	0,45	6	3	2	80	1,5	14	25	0,03	13	15	9
7	0,5	4	3	2	100	3,5	12	25	0,01	18	16	5
8	0,55	3	2	3	125	4	10	32	0,015	10	17	8
9	0,43	5	2	2	160	8	14	40	0,01	11	18	4
0	0,58	3	1	4	200	1,3	8	50	0,02	12	19	6

В объеме первой части курсовой работы необходимо: составить структурную и электропневматическую схемы устройства; выбрать по каталогу элементы; произвести пробный расчет элементов для конкретной нагрузки; выбрать схему и оборудование энергоснабжения; синтезировать схему в среде FluidSIM; моделировать работу системы в заданном диапазоне (диаграммы срабатываний ИМ, графики переходных режимов); составить спецификацию элементов пневмосхемы.

В объеме второй части курсовой работы необходимо привести потактовое описание одной типовой пневмосхемы, согласно варианту задания.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

4.1 Расчет скорости перемещения поршня пневмоцилиндра (пример решения задачи)

На рис. 1 показана расчетная схема магистрального пневмопривода, содержащая клапан 1 ($\zeta_s = 5$), распределитель 2 ($\zeta_p = 12$) и пневмоцилиндр с поршнем 3.

Диаметр поршня $D_n = 100$ мм. Сила полезного сопротивления, приложенная к поршню, $F = 0,8$ кН.

Общая длина труб диаметром $D = 10$ мм составляет $l = 20$ м, эквивалентная шероховатость труб $\Delta_s = 0,01$ мм. Температура воздуха 20°C ; подводимое давление $p_0 = 0,63$ МПа.

Определим скорость перемещения поршня V_n , пренебрегая силами трения. Из уравнения расхода (M_p)

$$V_n = \frac{M_p}{\rho \cdot \omega_n},$$

где ω_n – площадь поршня, ρ – плотность воздуха в поршневой полости.

Площадь поршня равна

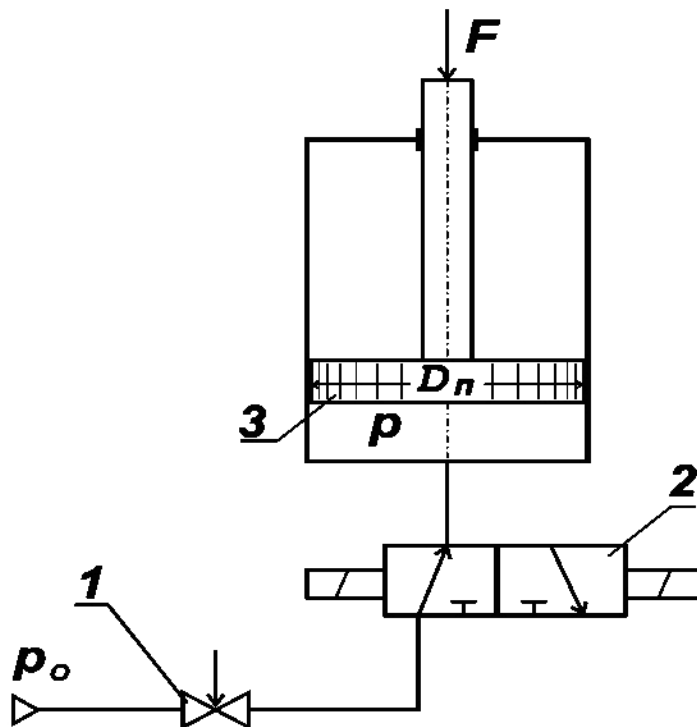


Рисунок 1 – Расчетная схема магистрального пневмопривода

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,785 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Считая в первом приближении процесс изотермическим, определим плотность воздуха в поршневой полости по формуле

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T},$$

где $T = 293 \text{ К}$, $R = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а давление в поршневой полости равно

$$p = p_{atm} + \frac{F}{\omega_n} = 10^5 + \frac{800}{0,785 \cdot 10^{-2}} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Тогда

$$\rho = \frac{2,02 \cdot 10^5}{287 \cdot 293} = 2,4 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Массовый расход M_p найдем по формуле

$$M_p = \omega \cdot \sqrt{\frac{p_0^2 - p^2}{R \cdot T \cdot \left(\zeta_{сист} - 2 \cdot \ln \frac{p}{p_0} \right)}},$$

где

$$\zeta_{сист} = \lambda \cdot \frac{l}{d} + \zeta_v + \zeta_p = \lambda \cdot \frac{20}{0,01} + 5 + 12 = 2000\lambda + 17,$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Предположим, что газ в трубах движется при квадратичной зоне сопротивления. Тогда

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_{\text{э}}}{D} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,00001}{0,01} \right)^{0,25} = 0,0196,$$

$$\zeta_{сист} = 2000 \cdot 0,0196 + 17 = 56,2,$$

$$M_p = 0,785 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{630000^2 - 202000^2}{287 \cdot 293 \cdot \left(56,2 - 2 \cdot \ln \frac{202000}{630000}\right)}} = 0,0211 \text{ кг/с},$$

$$V_n = \frac{0,0211}{2,4 \cdot 0,785 \cdot 10^{-2}} = 1,12 \text{ м/с}.$$

Уточним наше решение. Проверим вначале правильность выбора формулы для расчета λ . Для этого вычислим число Рейнольдса

$$Re = \frac{V_{mp} \cdot D}{\nu} = \frac{M_p \cdot D}{\rho \cdot \omega_{mp} \cdot \nu} = \frac{4 \cdot M_p}{\pi \cdot D \cdot \rho \cdot \nu}.$$

При изотермическом процессе $\rho \cdot \nu = \rho_a \cdot \nu_a = \frac{p_a}{R \cdot T} \cdot \nu_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с) (здесь принято $\nu_a = 0,15 \cdot 10^{-4}$ м²/с – вязкость воздуха при $p_a = 98100$ Па и $T = 293$ К). Тогда $Re = 1,53 \cdot 10^5$. Так как $1,53 \cdot 10^5 < 560 \cdot \frac{D}{\Delta_9}$, то зона сопротивления в нашей задаче доквадратичная. Коэффициент трения λ необходимо вычислять по обобщенной формуле

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_9}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}.$$

При $Re = 1,53 \cdot 10^5$ и $\lambda = 0,0215$ коэффициент сопротивления системы $\zeta_{сист} = 60$, а расход и скорость поршня практически не изменяются.

Проверим правомерность допущения об изотермичности течения. Вычислим число Маха

$$M = \frac{V_{mp}}{a} = \frac{M_p}{\rho \cdot \omega_{mp} \cdot \sqrt{k \cdot R \cdot T}} = \frac{M_p \cdot \sqrt{R \cdot T}}{\omega_{mp} \cdot p \cdot \sqrt{k}},$$

где

$$a = \sqrt{k \cdot R \cdot T},$$

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}.$$

Для условий нашей задачи

$$M = \frac{0,0211 \cdot \sqrt{287 \cdot 293}}{0,785 \cdot 10^{-4} \cdot 2,02 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{1,4}} = 0,313.$$

Учитывая, что T_0 , равная

$$T_0 = T \cdot \left(1 + \frac{k-1}{2} \cdot M^2 \right) = 293 \cdot \left(1 + \frac{1,4-1}{2} \cdot 0,313^2 \right) = 298,7 \text{ К.}$$

изменилась незначительно, плотность ρ и скорость поршня V_n тоже почти не изменяются ($\rho = 2,36 \text{ кг/м}^3$; $V_n = 1,14 \text{ м/с}$).

Опыт показывает, что при малых значениях числа Маха ($M < 0,2$) и скоростях воздуха до 100 м/с сжимаемость газа, как правило, можно не принимать во внимание.

4.2 Типовые схемы автоматического управления пневмоприводами

По типу автоматического управления пневмоприводы классифицируются следующим образом:

- с контролем по координате;
- с контролем по времени;
- с контролем по давлению в рабочей полости.

Автоматическое управление с контролем по координате положения рабочего органа осуществляется двумя способами: путем понижения давления и путем повышения давления.

Пример типовой схемы пневмопривода, управляемого по координате путем понижения давления, приведен на рис. 2.

На рис. 3 показана схема управления с контролем по времени. В этой схеме сигналы на переключение распределителей передаются с определенной задержкой.

Реализация способа управления с контролем по давлению в рабочей полости пневмоцилиндра осуществляется в типовых схемах зажимных устройств (рис. 4). В этом случае назначением привода является получение определенного зажимного усилия.

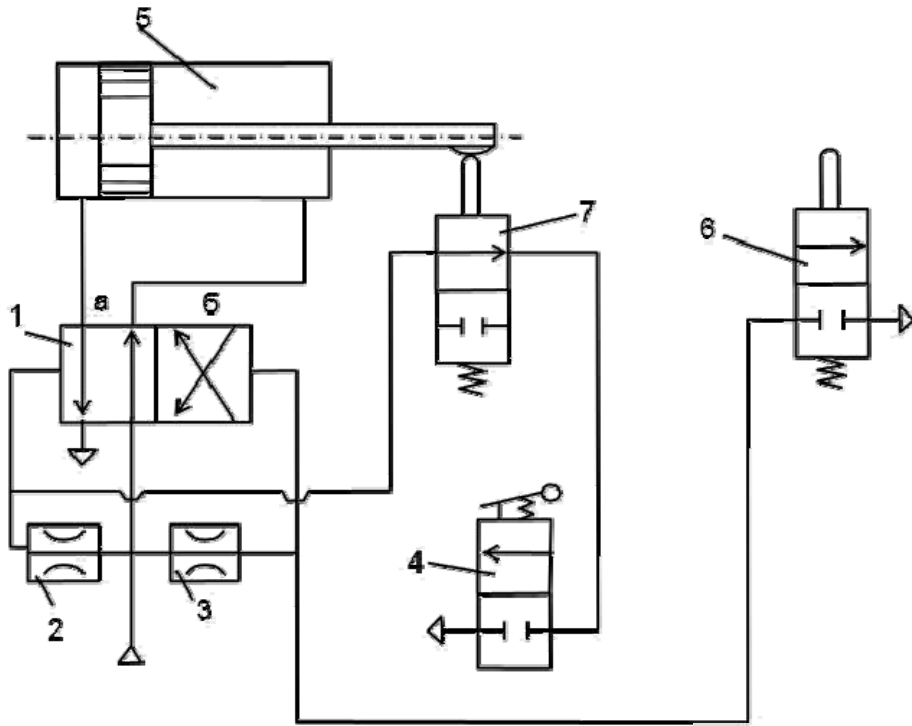


Рисунок 2 – Типовая схема пневмопривода с автоматическим управлением по координате путем понижения давления:
 1 – главный распределитель; 2, 3 – нерегулируемые дроссели; 4 – тумблер; 5 – пневмоцилиндр; 6, 7 – конечные выключатели

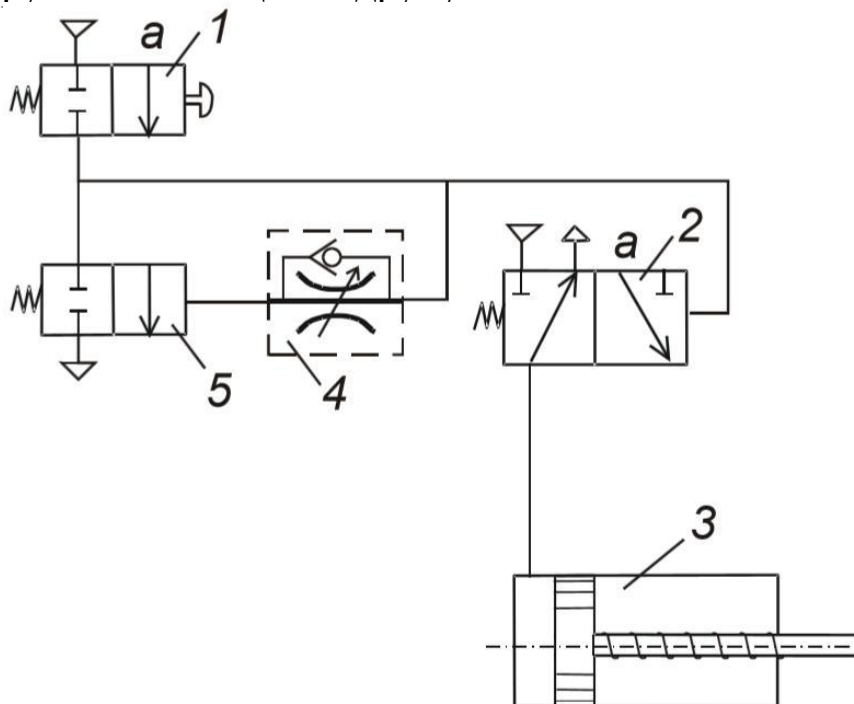


Рисунок 3 – Схема пневмопривода с автоматическим управлением по времени выдержки поршня исполнительного устройства:
 1 – пусковой тумблер; 2 – главный распределитель; 3 – пневмоцилиндр; 4 – регулируемый дроссель с обратным клапаном; 5 – двухлинейный двухпозиционный распределитель

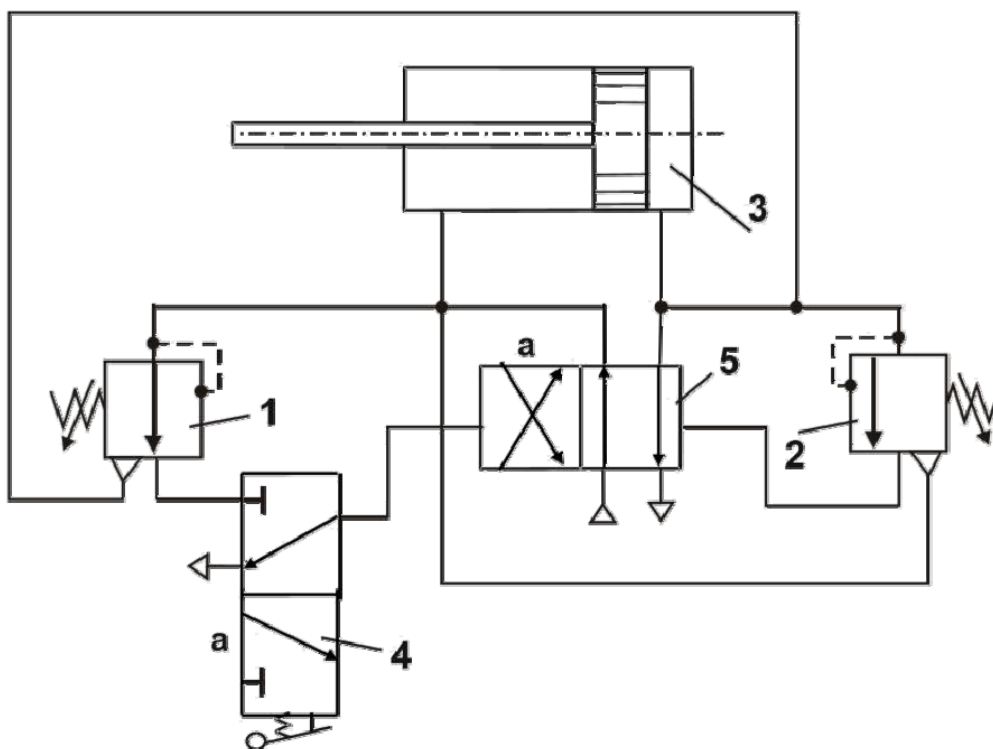


Рисунок 4 – Типовая схема управления пневмопривода с контролем по давлению в рабочей полости пневмоцилиндра:

1, 2 – клапаны последовательности; 3 – пневмоцилиндр; 4 – тумблер; 5 – главный распределитель

5 ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки. Рекомендуются следующая структура курсовой работы:

- титульный лист;
- лист задания;
- реферат;
- содержание пояснительной записки;
- введение;
- основной текст;
- заключение (полученные результаты);
- перечень ссылок (литературные источники);
- приложения (при необходимости, например, спецификация и др.).

Титульный лист содержит данные, которые размещают в такой последовательности:

- сведения об организации;
- вид работы (прописными буквами симметрично относительно строки);
- полное название дисциплины, по которой выполняется работа;
- тема работы (должна соответствовать заданию руководителя);
- сведения об исполнителе работы после слова «Выполнил» с указанием академической группы (слева), инициалов и фамилии автора (справа), подписи автора и даты окончания работы (посередине);
- подпись руководителя работы, с указанием должности, ученой степени, ученого звания (слева), инициалов и фамилии (справа), подписи и даты визирования работы (посередине);
- город и год окончания работы (симметрично относительно строки, без дефиса).

Лист задания содержит исходные данные, перечень вопросов, подлежащих разработке. Руководитель составляет перечень вопросов, подлежащих разработке, и ставит свою подпись и дату. Задание подписывается студентом.

Реферат предназначен для первичного ознакомления с работой, должен быть кратким, информативным и содержать сведения, необходимые для принятия решения о целесообразности прочтения всей пояснительной записки. Реферат помещают после титульного листа на новой странице. Реферат содержит:

- сведения о виде и объеме работы, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, источников по перечню ссылок;
- текст реферата;
- перечень ключевых слов.

Текст реферата содержит следующие данные: объект и цель работы; основные полученные результаты, выводы.

Ключевые слова, существенные для раскрытия сути отчета, помещают через одну строку после текста реферата. Перечень ключевых слов включает от 5 до 15 слов (словосочетаний), напечатанных без переносов прописными буквами в именительном падеже в строку через запятые, выровненных по центру строки.

Реферат включает не более 500 слов на одной странице формата А4.

Содержание помещают непосредственно после реферата, начиная с новой страницы. Содержание включает: введение; последовательно перечисленные наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов; заключение; перечень ссылок; наименования приложений и номера страниц, на которых помещается начало материала.

Во **введении** кратко характеризуется современное состояние технического вопроса, которому посвящена курсовая работа, формулируется цель работы. Введение располагают на новой странице, рекомендуемый объем не более 1 страницы.

Основной текст включает разделы (а в случае необходимости – подразделы, пункты и подпункты), раскрывающие содержание работы согласно перечню вопросов, представленных в задании.

Количество разделов, подразделов и распределение между ними общего объема материала автор осуществляет самостоятельно. Каждый раздел должен включать в себя не менее двух параграфов. Содержание разделов основного текста курсовой работы должно показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал.

В нем отражают структурную и пневматическую схемы устройства, приводят характеристики выбранных по каталогам элементов, а так же результаты пробного расчета элементов для конкретной нагрузки и моделирования работы системы в заданном диапазоне (диаграммы срабатываний исполнительных механизмов, графики переходных режимов и др.).

Заключение помещают непосредственно после изложения сути работы на новой странице. В заключении приводят основные полученные результаты работы, а также их численную оценку, предполагаемые области использования, эффективность и значимость работы. Рекомендуемый объем не более 1 страницы.

Перечень ссылок на источники, на которые ссылаются в основном тексте, приводится после выводов, начиная с новой страницы. В соответствующих местах текста указываются ссылки, приведенные в квадратных скобках. Библиографические описания в перечне ссылок приводят в порядке упоминания в тексте. Порядковые номера описаний в перечне являются номерами ссылок в тексте (номерные ссылки).

Библиографические описания ссылок в перечне приводят в соответствии с действующими стандартами.

Приложения содержат материал, который:

- является необходимым, но включение его в основную часть отчета может изменить упорядоченное и логическое представление о работе;

- не может быть последовательно размещен в основном тексте отчета из-за большого объема или способов воспроизведения.

В приложения могут быть включены:

- дополнительные рисунки или таблицы;
- материалы, которые из-за большого объема или формы изложения не могут быть внесены в основную часть (оригиналы фотографий, промежуточные математические доказательства, расчеты и т.д.).

В зависимости от особенностей задания отдельные разделы возможно объединять или исключать, а также вводить новые разделы после согласования с руководителем.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Изложения материала должно быть сжатым, чётким, грамотным. При оформлении пояснительной записки необходимо руководствоваться нормами ЕСКД, ГОСТ 2.105-95. Общими требованиями являются:

- чёткость построения;
- логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументов;
- сжатость и чёткость формулировок, которая исключает возможность субъективного и неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Курсовая работа должна быть выполнена машинописным или рукописным способом на письмах белой бумаги формата А4 (210×297) с односторонним их заполнением. При выполнении работы машинным способом (с использованием ЭВМ) необходимо пользоваться текстовым редактором Microsoft Word, шрифтом Times New Roman размером 14, текст печатать через полуторный межстрочный интервал, с расчетом не более 40 строчек на странице.

Каждая страница должна иметь поля: слева – 20 мм, справа – 12 мм, сверху и снизу – 20 мм. Архитектоника записки (разделение на разделы, подразделы, пункты) должна быть четкой и однообразной от начала до конца.

Содержание располагается в начале записки после реферата. Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов с номерами страниц, на которых располагается начало материала. Вступление к основной части объяснительной записки должно сжато характеризовать современное состояние проблемы, основу и исходные данные для разработки темы.

Разделы основной части записки должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, в пределах всего документа, подразделения – порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, отделенных точкой. Аналогично нумеруются пункты. Наименования разделов записывают в виде заглавий (большими буквами). Переносы в заглавиях не допускаются. Точку в конце заглавия не ставят. Терминология и определение должны быть единственными и отвечать стандартам, а в случае отсутствия – общепринятым в научно-технической

литературе.

Сокращения слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускается. Исключения представляют сокращения, закрепленные соответствующими стандартами. При аналитических расчетах необходимо, чтобы формулы были выписаны сначала в виде буквенных выражений, а потом с подстановкой числовых данных и результатов вычисления. Промежуточные расчеты не обязательны. Формулы и уравнения располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются, посередине страницы. Формулы и уравнения в записке следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах раздела. Номер формулы или уравнения состоит из номера раздела и номера формулы или уравнения, разделенных точкой, например, формула (2.3) – третья формула второго раздела. Номер формулы или уравнения указывают на уровне формулы или уравнения в скобках в крайнем правом положении на строке. В конце формулы или уравнения должен стоять знак препинания, согласующийся со следующим за формулой текстом (запятая или точка). Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой. Все величины, входящие в состав формул, следует обеспечить объяснительным текстом и необходимыми ссылками на литературу и другие источники. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу или уравнение, следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в формуле или уравнении. Пояснения каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснений следует начинать с абзаца словом «где» без двоеточия. Схемы и эскизы к расчетам, а также рисунки, которые объясняют текст, должны быть выполнены аккуратно и четко с указанием всех необходимых размеров и обозначений. При наличии большого количества однотипных расчетов допускается приводить в таблицах только результаты этих расчетов с предыдущим описанием методики (в общем виде или на примере). Все рисунки, чертежи, фотографии в записке именуется рисунками и нумеруются арабскими цифрами в пределах всей записки.

Иллюстрации должны иметь тематические наименования, а при необходимости – пояснительные данные, отвечающие содержанию иллюстрации. При большом количестве иллюстраций номер может состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Цифровой материал, как правило, должен быть

оформлен в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь свое тематическое заглавие. Заглавие и слово «Таблица» начинают с прописной буквы. Заглавие не подчеркивают. Заглавия граф таблиц должны начинаться с прописной буквы, подзаголовки – со строчной: если они складывают одно предложение с заглавием, или из прописной, если они самостоятельны. Разделять заглавия таблиц по диагонали не допускается. Графу «№ п/п» в таблицу не включать. Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами. Все ссылки на литературные источники должны быть полными. Перечень использованных источников приводится в конце записки. При этом должны быть указаны: автор, название источника, издательство, город и год издания.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах. Приложения должны иметь общую с основной частью сквозную нумерацию страниц. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского языка, начиная с А, за исключением Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки. Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовками.

Страницы пояснительной записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу страницы без точки в конце. Титульный лист и задание включают в общую нумерацию страниц записки. Номера страниц на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц диссертации.

Ошибки и графические неточности допускается исправлять с помощью наклеивания поверх ошибки белой бумаги той же фактуры и нанесением новых надписей. Допускается использование специальных корректирующих средств («Штрих», «Редактор» и т.д.). Допустимое количество исправлений на одной странице 3, если исправлений больше страница должна быть перепечатана.

7 ЗАЩИТА РАБОТЫ

Курсовая работа должна быть выполнена в установленные календарным планом сроки и представлена к защите с подписью руководителя на титульном листе пояснительной записки. Работа оценивается с учетом принятых решений, самостоятельности исполнения, качества и объема, представленных к защите материалов и по существу сделанных проектантом объяснений и ответов на вопрос при защите.

При неудовлетворительных ответах на вопросы комиссии, может быть назначена повторная защита. В том случае, если работа оценивается неудовлетворительной оценкой, вопрос о повторном проектировании решается кафедрой. После защиты пояснительные записки передаются для сохранения на кафедре.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губарев, А. П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики : учеб. пособие / А. П. Губарев. - Киев : ИСМО, 1997. - 224 с.
2. Кросер, П. Пневматика. Основной курс : учеб. пособие / П. Кросер, Ф. Эбель ; пер. с нем. Ю. Й. Гнатюк, А. А. Четверкин ; науч. ред. Ю. А. Осинский, А. А. Четверкин. - Киев : ДП Фесто, 2006. - 228 с.
3. Шольц, Д. Пропорциональная гидравлика. Основной курс : учеб. пособие / Д. Шольц ; пер. с нем. С. В. Сулига ; науч. ред. О. М. Яхно, Ю. А. Осинский. - Киев : ДП Фесто, 2002. - 124 с.
4. Валер, Д. Электропневмоавтоматика : сборник упражнений по основному курсу / Д. Валлер, Г. Вернер ; пер. с нем. С. Сулига ; науч. ред. Э. Микиртумов. - Киев : ДП Фесто, 2004. - 149 с.
5. Пашков, Е.В. Промышленные механотронные системы на основе пневмопривода : учеб. пособие для студентов машиноприборостроит. специальностей / Е. В. Пашков, Ю. А. Осинский ; Севастоп. нац. техн. ун-т. - Севастополь : СевНТУ, 2007. - 402 с.
6. Шейпак, А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 2 Гидравлические машины и гидропневмопривод / А. А. Шейпак, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. 3-е изд., стереот. - Москва : МГИУ, 2009. - 352 с.
7. Наземцев, А. С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации : учеб. пособие / А. С. Наземцев. - Москва : ФОРУМ, 2004. - 240 с.
8. Гринчар, Н. Г. Основы пневмопривода машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Г. Гринчар, Н. А. Зайцева. - 4 Мб. - Москва : ФГБОУ «Учебно-метод. центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/17/cd7573.pdf>. - Загл. с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа пояснительной записки

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине: _____
(название дисциплины)

Тема работы: _____

Выполнил: _____ ст. группы _____
(дата, подпись) (группа, инициалы, фамилия)

Руководитель, _____
(ученая степень, ученое звание, должность) (инициалы, фамилия)

Донецк 20 __

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец задания на курсовую работу

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель работы

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

По дисциплине: _____
(название дисциплины)

Студента группы _____ (группа) _____ (фамилия, имя, отчество)

Тема работы: _____

Исходные данные: _____

Содержание пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке):

Дата выдачи задания _____

Срок сдачи работы _____

Студент _____
(подпись)

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования гидропневмосистем»

для обучающихся по направлению подготовки
15.04.02 «Технологические машины и оборудование»,
магистерская программа: «Гидравлические машины, гидропривод и
гидропневмоавтоматика» дневной и заочной форм обучения

Составители: Селивра Сергей Александрович, к.т.н., доц.,
Моргунов Виктор Михайлович, к.т.н., доц.