



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ И ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

*Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»*

Минск
БНТУ
2010

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ И ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

*Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»*

Минск
БНТУ
2010

УДК [62–82+62–85]:378.147.091.313 (075.8)

ББК 34.447я7

Т 33

С о с т а в и т е л и :

*В.П. Автушко, П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич,
М.И. Жилевич, А.И. Сафонов*

Р е ц е н з е н т ы :

И.М. Флерко, Г.А. Дыко

Методические указания содержат типовые рекомендации по выбору тем и содержанию составных частей курсового проекта, а также рекомендации по работе над курсовым проектом и порядку его защиты. Описываются требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2	СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	8
3	ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	17
	3.1 Общие требования к оформлению и построению пояснительной записки.....	17
	3.2 Оформление текста.....	20
	3.3 Оформление формул.....	22
	3.4 Оформление примечаний и ссылок.....	23
	3.5 Оформление иллюстраций.....	24
	3.6 Оформление таблиц.....	27
	3.7 Оформление приложений.....	29
4	ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	30
	4.1 Общие требования.....	30
	4.1.1 Правила выполнения схем.....	31
	4.1.2 Рабочие и сборочные чертежи.....	35
	4.1.3 Надписи, технические требования, технические характеристики и таблицы на чертежах.....	38
	4.2 Спецификация.....	41
	4.3 Обозначения.....	44
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47
	Приложение А.....	48
	Приложение Б.....	49
	Приложение В.....	50
	Приложение Г.....	52
	Приложение Д.....	54
	Приложение Е.....	55
	Приложение Ж.....	56
	Приложение И.....	57
	Приложение К.....	60
	Приложение Л.....	61
	Приложение М.....	63
	Приложение Н.....	66
	Приложение П.....	68

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Курсовой проект по дисциплинам «Теория и проектирование гидропневмоприводов» и «Теория и проектирование гидропневмосистем» выполняется студентами в 9 семестре и непосредственно предшествует выполнению дипломного проекта, в который, как правило, входит в дальнейшем составной частью.

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 дисциплин;
- формирование навыков самостоятельной проектно-конструкторской или исследовательской работы;
- приобщение к работе со специальной и нормативной литературой;
- привитие практических навыков по применению норм проектирования, методик расчетов, стандартов и других нормативных материалов;
- применение современных расчетно-графических и математических методов, оценки, сравнения и обоснования предлагаемых проектных решений;
- самостоятельное выполнение расчетов конструктивного характера с использованием современных информационных технологий;
- ясное, технически грамотное оформление проектных материалов.

1.2 Курсовые проекты выполняются *по инженерным направлениям* подготовки специалистов. Они должны содержать *в обязательном порядке* расчетно-графическую часть.

Курсовые проекты должны выполняться на основе последних достижений науки и техники, с учетом новейших прогрессивных форм производства и высокого уровня механизации и автоматизации, а также *на основе* изучения литературы, патентов, периодической литературы, нормативно-технической документации и т.п.

Все принимаемые инженерные и технические решения, проводимые расчеты конструкций, материалы *должны отвечать требованиям* соответствующих государственных стандартов и норм Республики Беларусь, отраслевых нормативных документов.

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

1.4 Курсовой проект рекомендуется выполнять с применением современных информационных технологий. Программы для выполнения соответствующих расчетов, а также доступ к компьютеру обеспечивает кафедра, ведущая курсовое проектирование.

1.5 Для выполнения курсового проекта каждому студенту *выдается задание* на курсовое проектирование, форма которого приведена в приложении А. 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.

Задания на курсовой проект выдаются за подписью руководителя и утверждаются заведующим кафедрой.

1.6 Тематика курсовых проектов должна отвечать учебным задачам данной дисциплины и наряду с этим увязываться с практическими требованиями отрасли и актуальности научных исследований. 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. В каждом курсовом проекте должны быть элементы новизны. Не допускается шаблонность заданий на курсовое проектирование.

Темы курсовых проектов также должны быть связаны с профилем работы будущего инженера-механика по проектированию, эксплуатации и исследованию гидро- и пневмосистем различных мобильных и технологических машин, а также экспериментальных и научно-исследовательских установок и соответствовать его целевой подготовке.

Тематика курсовых проектов определяется выпускающей кафедрой и формируется на основании результатов конструкторской практики, которая проводится в проектных и научно-исследовательских организациях промышленных предприятий Республики Беларусь, с учетом предложений предприятий и самих студентов. Темы курсовых проектов утверждаются на заседании кафедры.

Студентам предоставляется право предлагать тему курсового проекта на основании результатов конструкторской практики.

Рекомендуются следующие основные направления тематики курсовых проектов:

- проектирование гидро- и пневмосистем(приводов) автомобилей, автопоездов и автобусов (тормозных систем, рулевых управлений, систем опрокидывания платформ, пневмогидравлических подвесок, управления дверями и другими устройствами, систем стабилизации положения кузова и др.);

- проектирование гидро- и пневмосистем(приводов) тракторов и тракторных поездов (тормозных систем, рулевых управлений, навесных систем, стабилизаторов положения остова этих машин и т.д.);

- проектирование гидро- и пневмосистем летательных аппаратов;

- проектирование гидро- и пневмосистем дорожно-строительной техники (для погрузчиков, кранов, асфальтоукладчиков, катков, различной уборочной и коммунальной техники и т.д.);

- проектирование гидро- и пневмосистем сельскохозяйственных машин;

- проектирование гидро- и пневмосистем для горно-рудной и горно-добывающей техники;

- проектирование гидро- и пневмосистем для различных технологических машин (автоматических линий, станков, приспособлений, роботов, манипуляторов, прессов и т.д.);

- проектирование гидро- и пневмосистем для металлургических машин;

- проектирование гидро- и пневмосистем для оснащения экспериментальных установок, стендов различного назначения;

- научно-исследовательские разработки по совершенствованию методов расчета, проектирования, технической эксплуатации и ремонта различных гидро- и пневмосистем и их узлов.

1.7 В качестве руководителей курсовых проектов, как правило, назначаются преподаватели кафедры, а также высококвалифицированные специалисты предприятий и организаций. Разрешается допускать к руководству аспирантов университета. В целом состав руководителей курсового проектирования определяется кафедрой.

Руководители курсовых проектов обязаны ознакомиться с нормативными и методическими документами, включая настоящие ме-

тодические указания к курсовому проектированию, и осуществлять руководство при строгом их соблюдении.

1.8 Индивидуальные консультации по курсовому проектированию должны проводиться регулярно, не менее одного раза в неделю, по расписанию кафедры. График индивидуальных консультаций определяется руководителем курсового проектирования, исходя из степени подготовленности студента к самостоятельной Работе, его организованности и дисциплины. График может корректироваться в ходе выполнения курсового проекта по решению преподавателя-руководителя курсового проекта.

Студент обязан регулярно посещать консультации.

1.9 Курсовой проект должен выполняться студентами в соответствии с графиком проектирования, разрабатываемым руководителем.

Трудоемкость каждого этапа работы над проектом должна быть оценена в процентах от общего объема работ.

1.10 Ход курсового проектирования может быть наглядно отражен на графиках текущей успеваемости, расположенных в местах, доступных преподавателям кафедры и студентам, для ознакомления с их содержанием.

Состояние работы по курсовому проектированию обсуждается на заседаниях кафедры.

1.11 Выполненный курсовой проект решением руководителя проектирования допускается к защите, о чем он делает соответствующую надпись «К защите» на обложке пояснительной записки. Перед этим чертежи и пояснительная записка должны быть подписаны студентом-автором проекта.

1.12 Защита курсового проекта проводится в комиссии, состав которой определяется на заседании кафедры. В состав комиссии входит руководитель проекта и один-два преподавателя кафедры. Допускается открытая защита в присутствии всей учебной группы, где обучается автор курсового проекта.

1.13 При защите курсового проекта студент в своем докладе должен раскрыть основные вопросы:

- назначение, область применения и техническая характеристика объекта проектирования;
- методика расчета и иные методы проектирования;
- полученные результаты и степень новизны принятых технических решений.

Время, отводимое студенту на доклад, должно быть ограничено 5–8 минутами.

1.14 Оценка курсового проекта осуществляется согласно действующему положению о курсовых экзаменах и зачетах в высших учебных заведениях по десятибалльной системе.

1.15 После защиты курсовые проекты хранятся на кафедрах у материально ответственного лица. Проект принимается на хранение в установленном кафедрой порядке, срок хранения – два года. По истечении срока хранения курсовые проекты, не представляющие для кафедры интереса, списываются по акту через архив университета и сдаются в соответствии с утвержденным графиком.

1.16 Заведующему кафедрой предоставляется право выдачи хранящегося курсового проекта его автору, выполняющему дипломный проект, при условии, что результаты курсового проектирования являются составной частью задания или исходными данными для дипломного проекта. После защиты дипломного проекта студент должен вернуть выданный ему курсовой проект на кафедру.

2 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из двух частей: пояснительной записки и графического материала.

Пояснительная записка курсового проекта должна содержать в указанной последовательности следующие структурные элементы:

- титульный лист (приложение А);
- задание на курсовое проектирование (приложение Б);
- содержание;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости);
- введение;
- конструкторская часть проекта;
- заключение (выводы и рекомендации);
- спецификация чертежей;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости).

Пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел, содержать принятые методики расче-

та, а также сами расчеты. При необходимости расчеты должны сопровождаться иллюстрациями: графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.

В курсовых проектах, содержащих сложные математические расчеты *с применением электронно-вычислительной техники*, приводится описание алгоритма программы. Программа расчета должна прилагаться к пояснительной записке.

Студент должен изложить методики расчета, привести основные расчетные формулы, обосновать выбор исходных данных и провести анализ полученных результатов.

Пояснительная записка курсового проекта *должна соответствовать общим требованиям*: четкости и логической последовательности изложения материала, убедительности аргументации, конкретности изложения результатов, доказательств и выводов, краткости и ясности формулировок, исключающих неоднозначность толкования.

Объем текстовой части курсового проекта определяется руководителем проекта. Рекомендованный объем пояснительной записки составляет 30–45 страниц текста, набранного на компьютере; кегль 14 пунктов; полуторный интервал или 60–80 страниц рукописного текста.

Введение может быть написано в произвольной форме, однако рекомендуется в нем рассмотреть важность и актуальность темы курсового проекта в соответствии с решениями Правительства Республики Беларусь; отразить назначение и роль разрабатываемого гидро- и пневмопривода (системы, устройства и т.п.) в мобильной и технологической машинах или стенде; в свою очередь, отметить роль, значение и место этой машины в народном хозяйстве и необходимость дальнейшего повышения технического уровня изделия с использованием механизации и автоматизации, а также повышение качества продукции и эффективности производства. Особое внимание студент должен обратить на развитие той отрасли народного хозяйства, к которой относится тема проекта.

Необходимо сосредоточить внимание на *цели и задачах*, которые нужно решить в курсовом проекте. Желательно было бы *сослаться* на достижения, полученные в зарубежной практике при решении задач, поставленных в проекте.

Введение *обязательно* должно быть увязано с темой курсового проекта.

Конструкторская часть проекта. Первоначально в этой части необходимо изучить состояние вопроса по теме проекта, провести патентный поиск и изучить существующие аналогичные схемы и образцы конструкций. Затем эти схемы и конструкции анализируются, вносятся те или иные изменения, улучшающие работу гидро- или пневмосистемы по сравнению с прототипом, и разрабатываются схема и необходимые узлы (согласно заданию на курсовое проектирование) для проектируемой гидро- или пневмосистемы. Остальные узлы выбираются из числа существующих. Обязательно описывается работа проектируемой системы и ее элементов. Производятся проектировочные расчеты (энергетический, гидравлический, прочностной и др.) всех *проектируемых* узлов гидро- или пневмосистемы. Осуществляется *тепловой* расчет системы, а также *динамический* расчет одного из пневмо- или гидроконтуров. Расчеты сопровождаются текстом, формулами, таблицами и графиками с указанием *ссылок* на использованные литературные источники.

При *энергетическом* расчете привода на основании принятого нагрузочного режима определяются нагрузки на его выходное звено, принимается номинальное давление рабочей среды и рассчитывается площадь поршня гидро- или пневмоцилиндра, а для моторов – удельный рабочий объем. По требуемым (заданным) параметрам (ход поршня, скорость или время его перемещения) определяется требуемый расход рабочей среды. Затем подбирается типоразмер объемного двигателя и насоса. При отсутствии необходимого типоразмера производится их проектирование. Далее рассчитываются основные параметры.

Гидравлический расчет привода заключается в определении проходных сечений трубопроводов и аппаратов (распределителей, обратных клапанов, предохранительного клапана, фильтров) и гидравлических потерь давления при течении рабочей среды. Гидро- или пневмоаппаратуру выбирают по условному проходу из каталогов-справочников на гидро- и пневмооборудование.

Выполняется тепловой расчет привода, проверяется тепловой режим работы, выбирается объем гидробака и определяются при необходимости основные параметры теплообменного аппарата.

Исследовательская часть. *Динамический расчет* гидро- или пневмопривода проводится с целью получения оценок качества пере-

ходного процесса и определения параметров, которые обеспечили бы наилучшее быстроедействие без значительного перерегулирования.

Динамический расчет проводится после определения основных конструктивных параметров элементов привода. В самом простом случае динамический расчет является проверочным и позволяет оценить, обеспечивают ли рассчитанные и выбранные параметры привода заданные динамические свойства системы. Если динамические свойства неудовлетворительные, необходимо выполнить исследование влияния параметров привода на его динамику путем многовариантного расчета с повторной оценкой качества переходного процесса и скорректировать значения параметров.

Гидравлические приводы управления в большинстве случаев представляют собой нелинейные системы, переходные процессы в которых описываются системой линейных и нелинейных дифференциальных уравнений.

Нелинейность гидросистем обусловлена нелинейностью внешней нагрузки, упругостью гидравлического звена из-за сжимаемости рабочей среды, нелинейными потерями давления в трубопроводах, щелях и каналах с местными сопротивлениями, силами трения, зазорами и т.п. Упругая деформация жидкости отрицательно влияет на динамику гидропривода: ухудшается быстроедействие, снижается КПД, возможна потеря устойчивости. В связи с этим при проектировании возникает необходимость более точно учитывать сложные гидромеханические процессы, определяющие динамические свойства гидропривода.

Для составления математической модели гидропривода реальный привод заменяется динамической схемой. Сложность динамической схемы и, следовательно, математической модели будет зависеть от принятых при ее разработке допущений.

Общими преимущественно для всех динамических схем гидропривода являются следующие допущения: свойства жидкости (ее плотность, вязкость, количество нерастворенного в ней воздуха) не изменяются во время переходного процесса, жидкость является однородной, и ее кавитация и утечки исключаются, нестационарность потока жидкости не оказывает влияния на величину потерь давления. Среди специальных для конкретных моделей допущений можно выделить такие как пренебрежение сжимаемостью жидкости,

силами трения при перемещении гидродвигателей, потерями в сливных трубопроводах и т.п.

Гидравлическую цепь можно рассматривать как систему с сосредоточенными параметрами, предполагая, что жидкость сосредотачивается в нескольких объемах малой протяженности (узлах). В качестве узлов обычно принимают наиболее характерные точки привода: выход насоса, подключение распределителя, вход в гидродвигатель, разветвление трубопроводов и т.п.

Для вывода системы дифференциальных уравнений, описывающей динамику гидропривода, необходимо составить три типа уравнений, которые соответствуют физическим процессам в приводе:

- уравнения течения рабочей жидкости в элементах гидропривода;
- уравнения расходов;
- дифференциальные уравнения движения перемещающихся деталей системы (уравнения сил и моментов).

Уравнения течения рабочей жидкости в элементах гидропривода составляются на основе баланса давлений на участке гидроцепи. Все гидравлические элементы гидроприводов управления представляют собой определенные гидравлические сопротивления, в которых необратимо теряется часть энергии движущейся вязкой жидкости. Различают потери по длине трубопровода и потери в местных сопротивлениях, называемые гидравлическими. Кроме того, следует учитывать также инерционные потери давления, связанные с разгоном и торможением потока жидкости на переходных режимах.

Связь между параметрами движения жидкости на смежных участках гидропривода можно осуществить с помощью уравнений баланса расходов жидкости, которые представляют собой алгебраическую сумму входящих и выходящих из узла расходов.

Уравнения движения подвижных элементов гидродвигателя формируются на основе равновесия движущегося элемента под действием приложенных сил и моментов. Полезная нагрузка на гидродвигателе может моделироваться в виде представленной многочленной суммы постоянной и позиционной нагрузок.

Пневматические приводы современных мобильных и технологических машин представляют сложную многоконтурную динамическую систему управления, состоящую из исполнительных элементов, распределительной и регулирующей аппаратуры. Быстродействие,

точность, следящее действие и синхронность работы приводов являются основными показателями качества систем управления машин.

При исследовании пневмоприводов их разбивают на отдельные динамические звенья, состоящие из различных дросселей (постоянных и переменных) и емкостей (постоянных, переменных, глухих и проточных). При описании динамических процессов в емкостях применяются уравнения для определения массовых расходов воздуха в них, а при описании динамики дросселей (пневмосопротивлений) – формулы, определяющие мгновенный массовый расход воздуха, протекающего через них.

Различные по конструкции промежуточные устройства и аппараты пневмопривода при динамическом расчете заменяются идеализированными сосредоточенными элементами, приближенно отображающими переходные процессы в реальных устройствах. Иногда даже сложные аппараты, представляющие собой совокупность клапанов и каналов различной величины и конфигурации, в динамической (расчетной схеме) заменяются эквивалентными сосредоточенными пневмосопротивлениями.

Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамические процессы в пневмоприводе, записывают уравнения баланса мгновенных массовых расходов в узлах между динамическими звеньями (дросселями и емкостями) с учетом режима наполнения или опорожнения и при необходимости уравнения движения подвижных элементов (например, выходных звеньев исполнительных пневмодвигателей). Важным моментом в расчете является обоснованный и корректный выбор исходных данных, в особенности коэффициентов сопротивления (пропускной способности) трубопроводов и пневмоаппаратов.

Последовательность выполнения динамического расчета предусматривает выполнение следующих основных этапов:

- разработка расчетной (динамической) схемы;
- разработка динамической модели привода;
- преобразование полученной системы дифференциальных уравнений к виду, пригодному для решения численными методами;
- составление программы для расчета на ЭВМ системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику привода;
- подготовка исходных данных;
- выполнение расчета на ЭВМ;

- оценка качества переходного процесса;
- анализ результатов.

Динамическая схема составляется на основании принципиальной схемы с учетом принятых допущений. На схеме выбирают наиболее характерные точки – узлы, разделяющие привод на несколько участков. В качестве узлов принимают точки разветвления трубопроводов, точки подключения распределителей, емкостей, исполнительных элементов привода и др. Сопротивление каждого из участков привода на динамической схеме заменяется эквивалентным сопротивлением. Предполагается, что масса рабочего тела, заполняющего участок привода, сосредоточена в одной точке.

По динамической схеме разрабатывается математическая модель, описывающая динамику привода.

Динамические свойства системы оцениваются по ее реакции на определенное входное воздействие. Причем переходный процесс может зависеть как от параметров привода, так и от характера этого воздействия. Поведение системы рассматривают при типовых входных воздействиях: единичной ступенчатой, линейной, импульсной, гармонической функций. Реальное входное воздействие обычно заменяют близким к нему типовым, имитирующим, например, изменение давления на входе в привод, величину усилия на главном цилиндре, положение рабочего органа распределителя.

Исходными данными для динамического расчета являются параметры проектируемого привода: свойства рабочей жидкости или газозвоздушной смеси, рабочее давление, конструктивные размеры трубопроводов и исполнительных гидро- и пневмо двигателей, коэффициенты местного сопротивления или пропускная способность участков привода, размеры емкостей. Кроме того, необходимо задаться типом входного воздействия и законом изменения полезной нагрузки.

Для решения дифференциальных уравнений динамики гидро- и пневмоприводов можно применить методы численного интегрирования. Наиболее распространенными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений являются методы Рунге-Кутты. Полученную систему дифференциальных уравнений путем замены переменных и понижения порядка уравнений необходимо преобразовать к виду, удобному для программирования, т. к. подпрограммы, реализующие численный метод, предназначены для интегрирования системы обыкновенных дифференциальных урав-

нений первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие исследуемый объект, оформляются в виде отдельной процедуры, имеющей регламентированную структуру. Разработав программу и решив систему уравнений, можно получить характеристику переходного процесса и оценить динамические свойства системы.

По результатам динамического расчета необходимо:

- определить тип переходного процесса;
- дать количественную оценку характеристикам переходного процесса;
- провести сравнительный анализ динамических свойств ряда идентичных приводов (при выполнении многовариантного расчета по заданию руководителя);
- сделать вывод об удовлетворительности характеристик переходного процесса.

Для *оценки качества* переходного процесса следует использовать известные из теории автоматического управления характеристики:

- время переходного процесса;
- перерегулирование;
- число колебаний во время переходного процесса;
- логарифмический декремент затухания колебаний;
- частота колебаний и др.

Алгоритм решения задачи *по выбору рациональных значений параметров* заключается в многократном проведении динамического расчета с последующей оценкой характеристик качества переходного процесса для различных значений исследуемого параметра. Необходимо, чтобы выбранные конструктивные параметры обеспечивали заданные динамические свойства системы. В качестве параметра исследования может быть использован один из параметров привода, влияющих на динамические свойства системы. Если величина выбранного конструктивного параметра не удовлетворяет условиям динамики, его значение изменяется (в пределах допустимого диапазона), и динамические свойства системы оцениваются повторно. По результатам расчета определяется интервал изменения одного или нескольких конструктивных параметров, в пределах которого обеспечиваются заданные динамические свойства. При этом выделяется ряд приоритетных параметров, изменение которых нежелательно или невозможно, например, по конструктивным, экономическим или компоновочным соображениям.

В пояснительной записке должны быть отражены следующие вопросы:

- цель динамического расчета;
- общий порядок моделирования;
- принятые допущения;
- расчетная схема;
- вывод системы дифференциальных уравнений, моделирующих динамику исследуемого контура;
- основные исходные данные и начальные условия;
- распечатка результатов расчета (можно представить в приложениях);
- графики переходного процесса;
- оценки качества переходного процесса.

По результатам энергетического, гидравлического и динамического расчетов делаются выводы.

Заключение (выводы и рекомендации). Раздел является заключительным при выполнении курсового проекта и должен содержать краткие выводы о полученных результатах во всех разделах проекта. Необходимо привести основные цифровые данные и другие результаты, полученные в процессе работы над проектом, указать особенности и оригинальность проекта, отличие его от базового варианта.

Список использованных источников должен содержать все литературные источники, которые использовались при выполнении курсового проекта. В тексте проекта на них должны быть сделаны ссылки.

В приложении приводятся программы расчета на ЭВМ и другие материалы.

Объем графической части курсового проекта – 3–4 листа формата А1. Графическая часть должна содержать: принципиальную схему проектируемой гидро- или пневмосистемы (гидро- или пневмопривода), выполненную по требованиям ЕСКД; один или два сборочных чертежа проектируемых узлов гидро- или пневмосистемы (согласно заданию на курсовое проектирование), на которых должны быть изображены необходимые разрезы, виды, указаны габаритные, присоединительные и монтажные размеры, технические требования и характеристики; рабочий чертеж детали, которую содержит один из разрабатываемых узлов в проекте; результаты динамического расчета, включающие динамическую схему, матема-

тическую модель, графики переходного процесса (рекомендуется вычерчивать все графики в одной координатной сетке), краткие выводы.

Исследовательскую часть проекта (динамический расчет гидро- или пневмоконтура) с изображением расчетной схемы контура проектируемой системы (привода), математической модели и результатов расчета динамических характеристик последнего, представленных на чертеже в виде графиков (диаграмм) можно привести по согласованию с руководителем проекта только в пояснительной записке.

3 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1 Общие требования к оформлению и построению пояснительной записки

Общими требованиями к пояснительной записке курсового проекта являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов.

Пояснительная записка курсового проекта может быть написана на русском или белорусском языках.

Пояснительная записка курсового проекта оформляется на стандартной белой бумаге формата А4 по ГОСТ 2.301 с одной стороны листа.

При выполнении пояснительной записки должны быть установлены стандартные поля по СТБ 6.38: левое – 30 мм; правое – не менее 8 мм; верхнее и нижнее – не менее 20 мм.

Пояснительная записка курсового проекта в соответствии с ГОСТ 2.105 должна быть выполнена одним из следующих способов:

- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004) – шрифтом Times New Roman Cyr черного цвета с высотой 14 пунктов, через полтора интервала;

- машинным – четким шрифтом черного цвета с высотой не менее 2,5 мм, через полтора интервала;

- рукописным – высотой букв не менее 2,5 мм, черными чернилами (пастой, тушью).

Абзацы в тексте начинают отступом 15–17 мм, одинаковым по всему тексту.

Вписывать в отпечатанный текст отдельные слова, формулы, условные знаки, а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами (пастой, тушью). Для выполнения иллюстраций разрешается использовать графические редакторы, фотографии, ксерокопии и т.п.

При использовании стандартного текстового редактора формулы могут быть оформлены с помощью средств этого редактора.

Опечатки и описки допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том месте исправлений машинным или рукописным способом черными чернилами (пастой, тушью). Повреждения листов, помарки и следы прежнего текста не допускаются.

Пояснительная записка курсового проекта должна быть сброшюрована, иметь обложку и титульный лист, оформленные в соответствии с приложениями А и В.

Текст основной части пояснительной записки курсового проекта разделяют на разделы, подразделы и пункты. Разделы (подразделы) могут состоять из одного или нескольких подразделов (пунктов). Разделы, подразделы и пункты оформляются в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей пояснительной записки курсового проекта и записываются с абзацного отступа.

Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например, 2.3). В конце номера подраздела точка не ставится.

Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номера подраздела и пункта, разделенных точкой (например, 2.3.2).

Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире или, при необходимости, ссылки в тексте пояснительной записки курсового проекта на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с отступом.

Пример:

- а) _____
- б) _____
 - 1) _____
 - 2) _____
- в) _____

Каждый пункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов и подразделов.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Заголовки разделов следует писать прописными буквами с абзацного отступа. Заголовки подразделов следует писать, начиная с прописной буквы строчными буквами с абзацного отступа. Точка в конце заголовка раздела, подраздела не ставится, название не подчеркивается.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении пояснительной записки курсового проекта машинным способом – 3–4 интервала, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Каждый раздел пояснительной записки курсового проекта начинается с нового листа.

Нумерация страниц пояснительной записки курсового проекта и приложений, входящих в ее состав, сквозная. Первой страницей пояснительной записки курсового проекта является титульный лист. Номера страниц на титульном листе, на задании по курсовому проектированию, ведомости объема проекта и реферате не ставятся, но включаются в общую нумерацию страниц.

Страницы пояснительной записки курсового проекта нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в правом верхнем углу страницы.

В состав пояснительной записки курсового проекта входит структурный элемент «Содержание», который включает перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости), введение, номера и наименование разделов и подразделов основной

части, заключение, список использованных источников и приложения с указанием номеров страниц.

Структурный элемент «Список использованных источников» выполняется в порядке упоминания источников в тексте и может (при необходимости) содержать отдельной рубрикой список нормативных ссылок. Библиографические описания источников приводятся в соответствии с ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.82 (приложение Г).

Заголовки структурных элементов, кроме основной части (слова «Основная часть» не пишутся) записывают симметрично тексту прописными буквами.

3.2 Оформление текста

Полное наименование объекта проектирования при первом упоминании в тексте пояснительной записки курсового проекта должно быть одинаковым с его наименованием в первом листе графической части курсового проекта (в главном конструкторском документе).

В последующем тексте порядок слов в наименовании объекта проектирования должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (прилагательное), а затем – название объекта проектирования (имя существительное). Допускается употреблять сокращенное наименование объекта проектирования.

Наименования, приводимые в тексте пояснительной записки курсового проекта и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

В пояснительной записке курсового проекта должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими государственными стандартами РД РБ 0410.42, при их отсутствии в указанных документах – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте пояснительной записки курсового проекта, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- применять обороты разговорной речи, термины и профессионализмы, произвольные словообразования;

- применять различные термины для одного и того же понятия, иностранные слова и термины при наличии равнозначных в родном языке;

- сокращать обозначения физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять математический знак минус (перед отрицательными числами следует писать слово «минус»);
- применять знак диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- применять без числовых значений математические знаки, а также знаки «номер» и «процент»;
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В тексте пояснительной записки курсового проекта не допускается применять сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими государственными стандартами.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Условные буквенные обозначения, изображения и знаки должны соответствовать принятым действующим законодательством и государственными стандартами. При необходимости применения других условных обозначений их следует пояснять в тексте при первом упоминании или в перечне обозначений.

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименование и обозначение в соответствии с ГОСТ 8.417.

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами. Остальные требования к записи числовых значений величин, степени точности и пределов их изменений – в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

Расчеты согласно ГОСТ 2.106 в общем случае должны содержать:

- расчетную схему элемента, контура привода;
- задачу расчета (с указанием, что необходимо определить при расчете);
- исходные данные и условия для расчета;
- расчет;
- выводы по результатам расчета.

Расчетную схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом элементе.

3.3 Оформление формул

Формулы и уравнения в тексте пояснительной записки курсового проекта следует оформлять в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример:

$$Q = A \cdot v, \quad (2.7)$$

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

A – площадь поперечного сечения канала, м^2 ;

v – скорость течения жидкости в данном поперечном сечении канала, $\text{м}/\text{с}$.

Формулы, следующие одна за одной и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак « \times ».

Формулы должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы в крайнем правом положении на строке в круглых скобках. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (2.7). Одну формулу обозначают – (1) или (2.1).

Формулы в приложениях нумеруются в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения – (Б.2).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... в формуле (2.7)».

3.4 Оформление примечаний и ссылок

Примечания приводят в пояснительной записке курсового проекта, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала (по ГОСТ 2.105, раздел 4). Примечания не должны содержать требования.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым они относятся. Слово «Примечание» пишется с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то его не нумеруют. После слова «Примечание» ставится тире и приводится текст примечания, начиная с прописной буквы.

Пример:

Примечание – _____

Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами.

Пример:

Примечания

1 _____

2 _____

Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Ссылки на использованные литературные источники должны нумероваться арабскими цифрами по порядку упоминания в тексте и помещаться в квадратные скобки.

В пояснительной записке курсового проекта допускаются ссылки на разделы, подразделы и пункты самой пояснительной записки, например, «... согласно разделу 2», а также на действующие государственные стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения без указания года утверждения и наименование, например, «... в соответствии с ГОСТ 12447».

3.5 Оформление иллюстраций

Для пояснения текста курсового проекта могут быть приведены иллюстрации, которые следует располагать после ссылки на них в тексте или в начале следующей страницы (при недостатке места для размещения рисунка). На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте пояснительной записки.

Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и называться рисунками независимо от того, что на них изображено (график, схема, фотография и т.д.).

Иллюстрации следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой, например, «Рисунок 4.3». Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1» или «Рисунок 4.1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, «Рисунок А.4».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2.3».

Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (подрисуночный текст).

Слово «Рисунок», номер и наименование помещают после рисунка и пояснительных данных (если имеются), например, «Рисунок 2.2 – Расчетная схема золотникового гидрораспределителя».

На иллюстрации, изображающей составные части изделия, должны быть в возрастающем порядке указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации. Номер и наименование каждой составной части приводятся в подрисуночном тексте.

Остальные требования к выполнению иллюстраций – в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

Графические зависимости, изображающие функциональную зависимость двух или более переменных величин в системе координат, выполняются в соответствии с ГОСТ 2.319–81.

Значения величин, связанных функциональной зависимостью, следует откладывать на осях координат в виде шкал. Для информационного изображения графические зависимости допускается выполнять без шкал значений величин (рисунок 3.1).

В прямоугольной системе координат независимую переменную, как правило, следует откладывать на горизонтальной оси (оси абсцисс).

Значения переменных величин следует откладывать на осях координат в линейном (рисунок 3.2) или нелинейном (например, логарифмическом) масштабах изображения.

В рисунках, изображающих несколько функций различных переменных, допускается использовать в качестве шкал как координатные оси, так и линии координатной сетки, ограничивающие поле рисунка и прямые, расположенные параллельно координатным осям (см. рисунок 3.2).

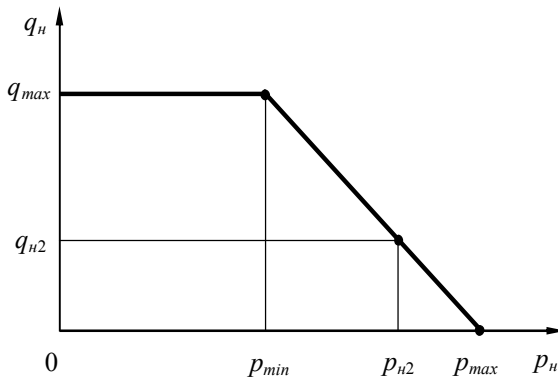


Рисунок 3.1 – Статическая характеристика авторегулируемого насоса

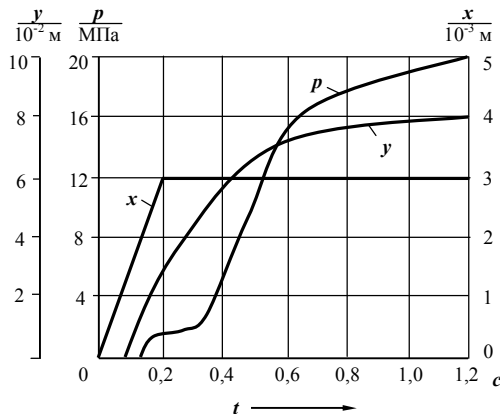


Рисунок 3.2 – Динамические характеристики гидропривода

Координатные оси, как шкалы значений переменных, следует разделять на графические интервалы координатной сеткой, делительными штрихами, их сочетанием. Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами (см. рисунок 3.2).

Расстояние между делительными штрихами или (и) линиями координатной сетки выбирается с учетом назначения графика и удобства отсчета с интерполяцией.

Рядом с делениями сетки или делительными штрихами, соответствующими началу и концу шкалы, должны быть указаны значения величин. Если началом отсчета шкал является нуль, то его следует указывать один раз у точки пересечения шкал.

Числа у шкал следует размещать вне поля рисунка и располагать горизонтально (см. рисунок 3.2).

Многочисленные числа предпочтительно выражать как кратные 10^n , где n – целое число.

Оси координат, оси шкал, ограничивающие поле рисунка, следует выполнять сплошной основной линией.

Линии координатной сетки и делительные штрихи следует выполнять сплошной тонкой линией.

На графике одной функциональной зависимости ее изображение следует выполнять сплошной линией толщиной $2S$.

В случаях, когда на общем графике изображаются несколько функциональных зависимостей, допускается изображать эти зависимости различными типами линий (сплошной, штриховой, штрихпунктирной).

Характерные точки линий функциональной зависимости (т.е. обозначенные числами, буквами, символом и т.п.) допускается изображать кружком.

Точки графика, полученные путем расчетов или измерений, допускается изображать графически, например, кружком, крестиком, треугольником и т.п.

Переменные величины можно указывать символом, наименованием, наименованием и символом, математическим выражением функциональной зависимости.

Обозначения величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны, а при объединении символа с обозначением еди-

ницы измерения в виде дроби – в конце шкалы после последнего числа (см. рисунок 3.2).

Обозначения в виде символов и математических выражений следует располагать горизонтально, обозначения в виде наименований или наименований и символов – параллельно соответствующим осям.

Единицы измерения наносятся: в конце шкалы между последним и предпоследним числами; вместе с наименованием переменной величины после запятой; в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой наносят обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения (см. рисунок 3.2).

Международная система единиц СИ и единицы, временно принимаемые наравне с единицами СИ, приведены в приложение Д.

Пересечением надписей и линий не допускается. При недостатке места линию следует прерывать.

3.6 Оформление таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

Таблицы следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например «Таблица 2.3». Если таблица одна, то она обозначается «Таблица 3.1».

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, «Таблица А.2».

На все таблицы пояснительной записки дипломного проекта должны быть сделаны ссылки в тексте. При ссылках на таблицы следует писать: «... по таблице 2.3».

Слово «Таблица» с номером указывают один раз слева над первой частью таблицы.

При переносе части таблицы на другую страницу над другими частями слева пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием

номера таблицы. Над последней частью таблицы слева пишут слова «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы.

При переносе части таблицы на другую страницу допускается нумеровать арабскими цифрами графы таблицы, не повторяя их наименования.

Название таблицы должно отражать ее содержание и по возможности быть кратким, его следует помещать над таблицей сразу после ее номера.

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 3.3.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Горизонтальные и вертикальные линии, ограничивающие строки таблицы, допускается не приводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Таблица _____ – _____
 номер наименование таблицы

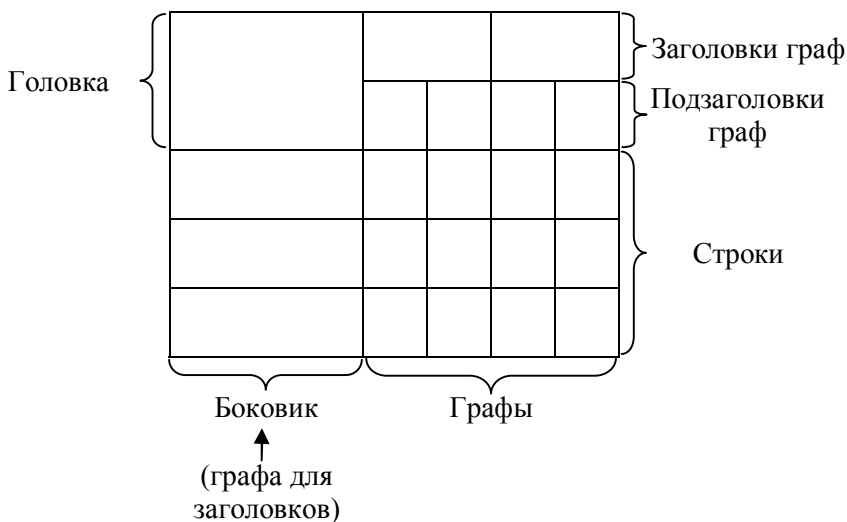


Рисунок 3.3 – Структурные составляющие таблицы

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не приводят.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Заголовки и подзаголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков и подзаголовков граф.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда на них имеются ссылки в тексте, при делении таблицы на части, а также при переносе таблицы на следующую страницу.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение следует помещать в головке таблицы.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать в той же строке после ее наименования через запятую.

Остальные требования к построению и заполнению таблиц – в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

3.7 Оформление приложений

Материал, дополняющий текст пояснительной записки курсового проекта, допускается помещать в приложениях, которые оформляют как продолжение пояснительной записки курсового проекта. Допускается оформлять приложение на листах формата А3.

Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского (бело-русского) алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь, или латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Если в пояснительной записке курсового проекта одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

В тексте пояснительной записки курсового проекта на все приложения должны быть ссылки, например, «... в приложении Б». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки курсового проекта с обозначениями и наименованиями.

4 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1 Общие требования

Графическая часть курсового проекта должна выполняться на листах формата А1 (594 × 841 мм) по ГОСТ 2.301-68. Допускается применять другие форматы по ГОСТ 2.301, как правило, оставляя постоянной короткую сторону листа (594 мм). Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности, например, А0×2, А2×3 и т.д. Каждый заглавный лист графического материала снабжается основной надписью по форме 1 (ГОСТ 2.104-68) – см. приложение Е. В графах основной надписи указывают следующее:

графа 1 – наименование изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, например, «Клапан ускорительный»;

графа 3 – обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей).

Чертежи и схемы должны выполняться в соответствии с правилами ЕСКД, ЕСТД и ГОСТ. Диаграммы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.319-81.

4.1.1 Правила выполнения схем

Правила выполнения и оформления схем установлены стандартами седьмой группы ЕСКД. Некоторые термины и их определения приведены ниже.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, муфта, насос, мотор, цилиндр).

Совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (плата, блок, шкаф и т.д.), называется *устройством*.

Совокупность элементов, не объединенных в одну конструкцию, но выполняющих в изделии определенную функцию, называется *функциональной группой*.

Если элемент, функциональная группа и устройство выполняют определенную функцию, то их называют *функциональной частью*.

Линия, канал определенного назначения являются *функциональными цепями*.

Отрезки линий, указывающие на наличие связи между функциональными частями изделия, называются *линиями взаимосвязи*.

Схемы в зависимости от входящих в состав изделия элементов подразделяются на следующие виды, обозначаемые буквами (ГОСТ 2.701–84): электрические – Э, гидравлические – Г, вакуумные – В, пневматические – П, кинематические – К, оптические – Л, газовые – Х, автоматизации – А, комбинированные – С.

В зависимости от основного назначения схемы делятся на типы, обозначаемые цифрами: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные (полные) – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, прочие – 8, объединенные – 0.

Структурная схема – схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием. На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия и основные взаимосвязи между ними. Функциональные части изображают в виде прямоугольников. Отдельные элементы схемы допускается

изображать в виде условных графических обозначений. При изображении элементов схемы в виде прямоугольников наименования, обозначения (номера) или типы (шифры) элементов и устройств вписывают внутрь прямоугольников.

В случае обозначения функциональных частей схемы номерами или шифрами последние должны быть расшифрованы на поле схемы в таблице произвольной формы. На линиях взаимосвязей направление хода процессов обозначают стрелками в соответствии с ГОСТ 2.721-74. Построение структурной схемы должно давать представление о ходе рабочего процесса в направлении слева направо.

Следует отметить, что необходимо различать структурные схемы, входящие в комплект конструкторской документации и, как было показано выше, содержащие данные, необходимые для определения основных функциональных частей изделия, об их назначении и взаимосвязи, а также структурные схемы, применяемые в системах автоматического регулирования и управления и при исследовании динамики приводов, в которых математические модели для наглядности представляются структурными схемами. В этих схемах динамические звенья изображают прямоугольниками, в поле которых записывают соответствующие передаточные функции, а связи между звеньями показывают стрелками, причем операции сложения и вычитания величин выносят в узлы алгебраического суммирования. Динамические звенья в этих структурных схемах могут быть соединены последовательно, параллельно и с обратной связью.

Функциональная схема – схема, разъясняющая процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Функциональные части на схеме изображают в виде условных графических обозначений. Допускается отдельные функциональные части изображать в виде прямоугольников. На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическим обозначением или на свободном поле схемы), поясняющие надписи, диаграммы.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о

принципах работы изделия. Принципиальные (полные) схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например, схем соединений (монтажных) и чертежей. Пользуются ими для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

Схема соединений (монтажная) – схема, показывающая соединения составных частей изделия (установки) и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода.

Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок).

На схеме соединений изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы и т.п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или внешними очертаниями, элементы – в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешними очертаниями. В последнем случае внутри устройств допускается помещать условные графические обозначения элементов. Трубопроводы и соединительную арматуру на монтажной схеме изображают в виде условных графических обозначений согласно ГОСТ 2784-96.

Если в состав изделия входят элементы разных видов, разрабатывают одну *комбинированную схему* (например, схему электропневматическую принципиальную) или несколько схем различного вида, но одного типа (например, схему электрическую принципиальную и схему пневматическую принципиальную). Наименование схемы определяется ее видом и типом, например: «Схема пневматическая принципиальная», «Схема гидравлическая соединений (монтажная)».

Схемы выполняются на листах стандартных форматов, предпочтительно основных. При необходимости схему определенного вида и типа допускается выполнять на нескольких листах. Можно также вместо одной схемы определенного вида и типа выполнять совокупность схем того же вида и типа (на различные части изделия), каждая схема должна быть оформлена как самостоятельный документ.

На принципиальной схеме все гидравлические и пневматические элементы и устройства изображаются в виде условных графических обозначений согласно ГОСТ 2780-96, 2781-96, 2782-96. Все элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении: пружины – в состоянии предварительного сжатия, электромагниты – обесточенными, трехпозиционные распределители – в среднем положении и т.п. Каждый элемент и устройство должны иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, состоящее из буквенного обозначения (например, насос – Н, фильтр – Ф и т.д.; применяемые обозначения приведены в приложении Ж) и порядкового номера в пределах группы элементов (например Н1, Н2, Н3 и т.п.). Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов и устройств на принципиальной схеме сверху вниз в направлении слева направо. Если в состав изделия входят несколько одинаковых устройств, то позиционное обозначение элементам следует присваивать в пределах этих устройств.

Позиционные обозначения на принципиальной схеме проставляются рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними, и цифры выполняются одним размером шрифта.

На принципиальной схеме в виде таблицы приводится перечень элементов в алфавитном порядке с их позиционным обозначением, типом и их количеством; в примечании указываются основные параметры элемента (давление, расход, размеры двигателей, скорости движения и др.). Основные параметры гидропневмосистем приведены в приложении И. Правила заполнения перечня элементов регламентирует ГОСТ 2.704-76.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы с расстоянием от основной надписи не менее 12 мм (приложение К). Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68. Продолжение перечня элементов на схемах помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. В графе «Поз. обозначение» указывается позиционное обозначение элемента, устройства; в графе «Наименование» – наименование элемента в соответствии с документом, на основании которого этот элемент применен; в графе «Кол.» – количество одинаковых элементов; в графе «Примечание» при необходимости приводятся технические

данные элемента, не содержащиеся в его наименовании. Элементы одного типа с одинаковыми гидравлическими (пневматическими) параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, записываются и перечень элементов в одну строчку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например распределители P3...P7, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

Всем линиям связи присваиваются порядковые номера 1, 2, 3, ..., как правило, в направлении потока; дренажные линии нумеруются в последнюю очередь. Номера обычно ставятся около обоих концов линий. Кроме перечня элементов на принципиальной схеме приводится таблица всех основных движений, реализуемых приводом, с указанием номеров включаемых при этом управляющих устройств распределителей.

4.1.2 Рабочие и сборочные чертежи

При разработке рабочих чертежей необходимо обеспечивать следующие требования:

- 1) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также других изделий, освоенных ранее в производстве и соответствующих современному уровню техники;
- 2) рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т.д.;
- 3) рационально ограниченную номенклатуру марок и сортиментов материалов, а также применение наиболее дешевых и наименее дефицитных материалов, но не в ущерб надежности;
- 4) необходимую степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделий, а также максимальное удобство их обслуживания в эксплуатации.

На каждое изделие выполняют отдельный чертеж, за исключением группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками, на которую выпускают групповой чертеж (ГОСТ 2.113-75).

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней. При выполнении чертежа на нескольких листах на первом листе выполняют основную надпись по форме 1 (высотой 55 мм), на последующих листах – по форме 2 (высотой 15 мм)

(см. приложение Е). Обозначение изделия на всех листах должно быть одинаковым.

В графе 5 основной надписи чертежей деталей и сборочных приводят расчетную или фактическую массу изделия в килограммах без указания единицы величины. На габаритных и монтажных чертежах, на чертежах изделий опытных образцов и изделий единичного производства массу допускается не указывать.

Наименование изделия в основной надписи записывают в соответствии с установленной терминологией в именительном падеже, в единственном числе, помещая на первое место имя существительное, например: «Насос шестеренный»; «Распределитель трехпозиционный», «Клапан предохранительный». На чертежах разрешается давать ссылки на государственные, отраслевые стандарты и технические условия, а также на технологические инструкции при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования.

На чертеже детали указывают:

1) обозначения размеров и предельных отклонений размеров (ГОСТ 2307-68, ГОСТ 25347-82 и ГОСТ 25346-89);

2) обозначение предельных отклонений геометрической формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-79);

3) обозначение шероховатости поверхностей детали (ГОСТ 2.309-73);

4) обозначение покрытий и показателей свойств материала готовой детали (ГОСТ 2.310-68);

5) технические требования к материалу, размерам и форме детали и другие данные, которым она должна соответствовать перед сборкой.

Основные нормальные размеры изделий и параметры резьб приведены в приложениях Л и М.

Технологические указания на рабочих чертежах помещать не допускается, за исключением тех случаев, когда конструктор указывает, например, какой-либо способ изготовления, считая его единственным, обеспечивающим качество изделия.

Если отверстия под установочные винты, заклепки, штифты должны быть сделаны в собранном изделии без предварительной обработки отверстий меньшего диаметра в деталях, на чертежах деталей отверстия не изображают и никаких указаний в технических требованиях не помещают. Все необходимые данные для обработки таких отверстий помещают на сборочном чертеже.

Число сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для понимания принципов функционирования разрабатываемых устройств.

К сборочному чертежу составляется на отдельных листах формата А4 спецификация, которая определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для изготовления и комплектования конструкторских документов.

Сборочный чертеж должен содержать следующие элементы:

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. Допускается на сборочных чертежах помещать схемы соединения или расположения составных частей изделия, если их не оформляют как самостоятельные документы. При необходимости на сборочных чертежах приводят данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

2. Размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения.

3. Указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.).

4. Номера позиций составных частей, входящих в изделие.

5. Габаритные размеры изделия.

6. Установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры. При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены: координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями; другие параметры, служащие элементами внешней связи.

7. Координаты центра масс (при необходимости).

8. Технические требования и (или) техническую характеристику изделия (при необходимости).

При выполнении сборочного чертежа следует применять упрощения и условности, допускаемые стандартами ЕСКД.

Монтажный чертеж выполняют по правилам, установленным для монтажных чертежей (ГОСТ 2109-73).

4.1.2 Надписи, технические требования, технические характеристики и таблицы на чертежах

Данные, относящиеся к характеристике или процессу изготовления детали, которые неудобно или невозможно показать на чертеже графически и при помощи условных обозначений, приводят в текстовой части чертежа.

Текстовую часть в соответствии с ГОСТ 2.316-68 помещают над основной надписью сборочного чертежа. Если сборочный чертеж состоит из двух и более листов, то текстовую часть помещают на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.п. Допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

Текстовая часть может содержать:

а) технические требования и (или) технические характеристики по ГОСТ 2.316-68;

б) надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия, например по ГОСТ 2.310-68;

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями и т.д.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах.

В текстовой части не допускается помещать технологические указания, за исключением случаев, когда такие указания могут обеспечить требуемое качество детали (например, указания типа «Развальцевать»; «Притереть»; «Обработать совместно с деталью...» и т.п.).

К техническим требованиям относятся:

1) требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;

2) требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, окраске и др.;

3) некоторые размеры, с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных;

4) отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали;

5) условия и методы испытаний;

6) указания о маркировании и клеймении;

7) правила транспортирования и хранения;

8) особые условия эксплуатации;

9) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Технические требования записывают в перечисленном выше порядке со сквозной нумерацией пунктов. Каждый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут. В случае, если особые требования отсутствуют, а все размеры на чертеже справочные, в технических требованиях пишут: «Размеры для справок».

В случае если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

В технической характеристике указывают объемный расход гидродвигателя, массовый расход пневмодвигателя (компрессора), подачу насоса, частоту вращения и мощность двигателя привода, тип двигателя, грузоподъемность, рабочие скорости передвижения, параметры рабочих органов, номинальное давление и т.п. Данные, содержащиеся на изображении изделия и в основной надписи, в техническую характеристику не вносят. Техническую характеристику можно оформлять в виде таблицы.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т.п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105-79.

Надписи, относящиеся к отдельным элементам изделия и наносимые на полках линий-выносок, помещают на тех листах чертежа, на которых они являются наиболее необходимыми для удобства чтения чертежа.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений, а также надписи, связанные непосредственно с изображением, располагают, как правило, параллельно основной надписи чертежа (рисунок 4.1).

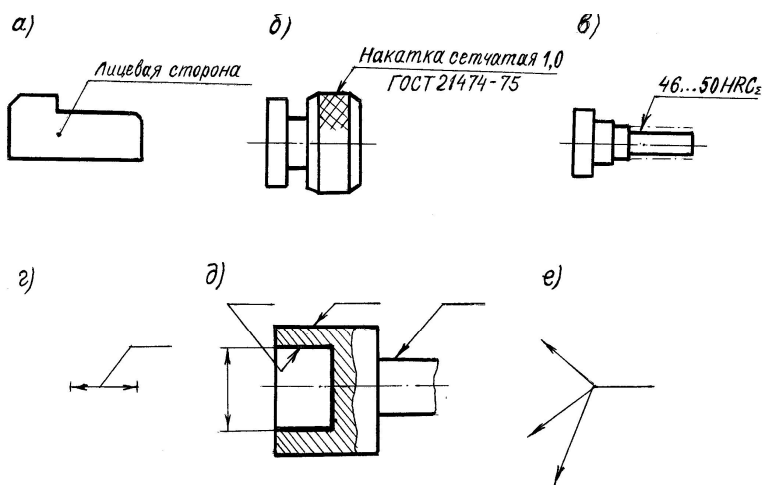


Рисунок 4.1 – Нанесение надписей на чертежах

На чертеже оставляют место для продолжения таблицы изменений.

Надписи к отдельным элементам деталей, например данные по числу отверстий, канавок, выемок, спиц, зубьев и др., по толщине, указания о лицевой стороне материала, а также сведения о покрытиях, термообработке, технологических процессах («Развальцевать», «Зачистить», «Кернить» и т.п.), наносят на полках линий-выносок, проводимых от элементов, к которым относятся надписи.

Линию-выноску пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой (рисунок 4.1, а).

Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой (рисунок 4.1, б, в).

На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (рисунок 4.1, з).

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть параллельными линиями штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и пересекать (по возможности) размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись. Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом (рисунок 4.1, д), а также проводить одну полку от двух или более линий-выносок (рисунок 4.1, е).

Для обозначения на чертеже видов, разрезов, сечений и поверхностей изделия применяют без повторений прописные буквы русского алфавита. Исключение составляют буквы Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. Избегают применять буквы З и Ч, сходные с цифрами. Буквенные обозначения присваивают сначала видам, разрезам, сечениям, затем прочим элементам. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть на два размера больше размерных чисел, нанесенных на том же чертеже. Буквенные обозначения не подчеркивают.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, проставляют в скобках рядом с надписью, относящейся к изображению, например, А(5:1), а в тексте – по типу: М5:1, М1:2.

Таблицы, помещенные на чертеже, нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях. При этом над таблицей справа ставят слово «Таблица» с порядковым номером (без знака №).

Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

4.2 Спецификация

В соответствии с ГОСТ 2.108-68 спецификация составляется на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект, формы спецификации приведены в приложениях Н и П.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

Спецификации составляются на сборочные единицы, на разрабатываемую гидравлическую или пневматическую систему машины или установки и ее составные части, на которые студентом разрабатываются сборочные чертежи.

Спецификация в общем случае состоит из следующих основных разделов, которые располагаются в такой последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого, раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

1. В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку» (*), а в графе «Примечание» перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Например: *А2, А1, А0. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе «Форматы» указывают: БЧ.

Для документов, записанных в разделы «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют.

2. В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой в спецификацию составной части. Графу заполняют в том случае, если чертеж разделен на зоны.

3. В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие. Для раздела «Документация» графу не заполняют.

4. В графе «Обозначение» указывают:

– в разделе «Документация» – обозначения записываемых документов;

– в разделах «Сборочные единицы», «Детали» – обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия (за основные конструкторские документы принимают: для сборочных единиц – спецификацию, для деталей – чертеж детали);

– в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют.

Примечание. Порядок обозначения конструкторских документов при курсовом проектировании изложен в разделе 4.3 «Обозначения».

5. В графе «Наименование» указывают:

– в разделе «Документация» для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, – только наименование документов, например: «Сборочный чертеж», «Схема гидравлическая принципиальная», «Расчеты»; в разделах «Сборочные единицы», «Детали» – наименование изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий;

– в разделе «Стандартные изделия» – наименования и обозначения изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

– в разделе «Прочие изделия» – наименования и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку;

– в разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленные в стандартах на эти материалы.

6. В графе «Кол.» указывают:

– для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, – количество их на одно специфицируемое изделие;

– в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Единицы измерения допускается записывать в графе «Примечание»;

– в разделе «Документация» графу не заполняют.

7. В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускает-

ся резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые:

- по государственным стандартам;
- отраслевым стандартам;
- стандартам предприятий.

В пределах категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники, уплотнения и т.д.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов; а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам, прейскурантам и т.п.), за исключением стандартных изделий. В этот раздел вносятся, например, элементы гидро- и пневмооборудования (насосы, компрессоры, гидро- и пневмомоторы, цилиндры, дроссели, предохранительные клапаны, распределители и т.д.), заимствованные детали и сборочные единицы других изделий, внесенных в прейскуранты.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, количество которых может быть определено конструктором по размерам элементов изделия (провода, кабели, припой, провода и т.д.).

4.3 Обозначения

Обозначение изделий в курсовых проектах должно включать:

- а) индекс проекта;
- б) индекс разрабатываемого изделия;
- в) номер сборочной единицы, внесенной в спецификацию разрабатываемого изделия;
- г) номер сборочной единицы;
- д) номер детали;
- е) шифр конструкторского документа.

Согласно ГОСТ 2.102-68 основным конструкторским документам (чертеж детали, спецификация) шифр не присваивается.

Индекс проекта складывается из начальных букв названия высшего учебного заведения и начальных букв, определяющих основное содержание проекта, разделенных точкой, например: БНТУ.КП. – Белорусский национальный технический университет. Курсовой проект.

Индекс разрабатываемого изделия обозначается номером группы и цифрой порядкового номера студента в его зачетной книжке вне зависимости от специальности и специализации, а также формы обучения; например, 101711.05, 101721.07.

Номер сборочной единицы, внесенной в спецификацию разрабатываемого изделия, записывается в пределах двух следующих цифр обозначения: 01, 02, 03, ..., 99.

Номер сборочной единицы, которая входит в состав сборочной единицы, внесенной в спецификацию разрабатываемого изделия, записывается двумя следующими цифрами обозначения: 01, 02, 03, ..., 99.

Номер детали записывается тремя следующими цифрами обозначениями: 001, 002, 003, ..., 999.

Между индексами проекта и изделия ставится «-» (тире), каждые последующие номера обозначения отделяются от предыдущего точкой.

Согласно ГОСТ 2.102-68 конструкторские документы имеют шифр:

- сборочный чертеж – СБ;
- габаритный чертеж – ГЧ;
- расчеты – РР;
- схемы – по ГОСТ 2.701-84.

Шифр схемы включает обозначения вида и типа, например, ГЗ, ПЗ, СЗ, ГЧ.

В соответствии с изложенным, при курсовом проектировании обозначения будут иметь вид:

- а) спецификация разрабатываемого изделия – БНТУ.КП–101711.05.00.00.000;
- б) сборочный чертеж разрабатываемого изделия – БНТУ.КП – 101711.05.00.00.000СБ;
- в) схема гидравлическая принципиальная – БНТУ.КП – 101711.05.00.00.000ГЗ;

- г) схема кинематическая принципиальная –
БНТУ.КП – 101711.05.00.00.000КЗ;
- д) расчеты – БНТУ.КП – 101711.05.00.00.000РР;
- е) спецификация сборочных единиц, внесенных в спецификацию разрабатываемого изделия, например:
 - «Распределитель» – БНТУ.КП – 101711.05.01.00.000;
 - «Клапан ускорительный» – БНТУ.КП – 101711.05.02.00.000;
- ж) сборочные чертежи сборочных единиц, указанных в п. «е» –
БНТУ.КП – 101711.05.01.00.000СБ;
БНТУ.КП – 101711.05.02.00.000СБ;
- з) спецификации сборочных единиц, которые входят в состав сборочных единиц, внесенных в спецификацию разрабатываемого изделия, например:
 - «Корпус распределителя» – БНТУ.КП – 101711.05.01.01.000;
 - «Корпус клапана» – БНТУ.КП – 101711.05.02.01.000;
- и) сборочные чертежи сборочных единиц, указанных в п. «з» –
БНТУ.КП – 101711.05.01.01.000СБ;
БНТУ.КП – 101711.05.02.01.000СБ;
- к) чертеж детали, входящей в состав сборочной единицы, указанной в п. «ж», например
«Золотник» – БНТУ.КП – 101711.05.01.00.003;
- л) чертеж детали, входящей в состав сборочной единицы, указанной в п. «и», например
«Крышка» – БНТУ.КП – 101711.05.02.01.004;
- м) чертеж детали, внесенной в спецификацию разрабатываемого изделия, например
«Плита» – БНТУ.КП – 101711.05.00.00.002.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных работ в высших учебных заведениях: утв. приказом Министра образования Республики Беларусь от 27.06.1997 № 365.
2. Положение о государственных экзаменационных комиссиях в высших учебных заведениях Республики Беларусь: утв. приказом министра образования Республики Беларусь от 27.06.1997 № 365.
3. Методическая инструкция Белорусского национального технического университета «Дипломное проектирование»: утв. и введена в действие приказом ректора БНТУ от 27.01.2004 № 243.
4. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / сост.: В.П. Автушко, П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич. – Минск: БНТУ, 2006. – 72 с.
5. Курсовое проектирование. Общие требования и правила оформления: СТП БНТУ 3.01.-2003: утв. и введ. в действие ректором БНТУ от 14.01.2003.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Пример оформления титульного листа курсового проекта

БЕЛАРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту
по дисциплине «*Наименование дисциплины*»

ТЕМА КУРСОВОГО ПРОЕКТА В СООТВЕТСТВИИ С ЗАДАНИЕМ

Исполнитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

студент _____ курса _____ группы

Руководитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

Минск 20__

Приложение Б

Бланк задания на курсовое проектирование

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автотракторный факультет

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой

(подпись)
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ **на курсовое проектирование**

Студенту _____

1. Тема проекта: _____

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта _____

3. Исходные данные к проекту _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (печень подлежащих разработке вопросов) _____

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) _____

6. Консультант по проекту (с указанием разделом проекта) _____

7. Дата выдачи задания: _____

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов)

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(дата и подпись студента)

Приложение В

Пример оформления обложки курсового проекта

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автотракторный факультет

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «*Наименование дисциплины*»

Тема: _____

Исполнитель: студент, факультет, группа

(Фамилия, имя, отчество)

Руководитель проекта: _____
(*ученое звание, ученая степень, должность*)

(Фамилия, имя, отчество)

М и н с к 20__

Приложение Г

Примеры библиографического описания изданий

Характеристика источника	Пример оформления
Один, два или три автора	Герц, Е.В. Динамика пневматических систем машин / Е.В. Герц. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с. Метлюк, Н.Ф. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей / Н.Ф. Метлюк, В.П. Автушко. – М.: Машиностроение, 1980. – 231 с. Навроцкий, К.Л. Шаговый гидропривод / К.Л. Навроцкий, Т.А. Сырицын, А.И. Степанов. – М.: Машиностроение, 1985. – 160 с.
Более трех авторов	Пнеumoпривод систем управления летательных аппаратов / В.А. Чашин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1987. – 248 с. Машиностроительный гидропривод / Л.А. Кондаков [и др.]; под ред. В.Н. Прокофьева. – М.: Машиностроение, 1978. – 495 с.
Учебник, учебное пособие, справочник, каталог	Навроцкий, К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов: учебник для студентов вузов по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика» / К.Л. Навроцкий. – М.: Машиностроение, 1991. – 384 с. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Теория систем автоматического управления: учебное пособие / В.П. Автушко [и др.]; под ред. Н.В. Богдана, Н.Ф. Метлюка. – Минск.: ПИОН, 2001. – 396 с. Пневматические устройства и системы в машиностроении: справочник / Е.В. Герц [и др.]; под общ. ред. Е.В. Герца. – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с. Смазочное оборудование: каталог. – М.: НИИМАШ, 1979. – 142 с. Бартош, П.Р. Расчет предохранительных клапанов: учебно-методическое пособие по дисциплине «Средства гидропневмоавтоматики» для студентов специальностей Т 05.11 – «Гидропневмосистемы транспортных и технологических машин» / П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич. – Минск: БГПА, 2001. – 60 с.

Характеристика источника	Пример оформления
Методические указания	Методические указания по изучению курса, выполнению контрольных и курсовых работ по дисциплине «Гидравлика и гидромашины» для студентов специальности Т 05.10 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост. П.Р. Бартош. – Минск: БГПА, 1999. – 56 с.
Многотомное издание	Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
Отдельный том в многотомном издании	Лойцянский, Л.Г. Курс теоретической механики: в 2 т. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – Т. 2: Динамика. – 640 с. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие в 3 кн. / П.И. Орлов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – Кн. 1. – 623 с.
Статья из журнала, сборника трудов	Пасынков, Р.М. Сравнение регулируемых и ступенчато-регулируемых аксиально-поршневых гидромашин / Р.М. Пасынков., М.А. Сорокин // Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления: сборник статей. – М., 1990. – Вып.15. – С. 249–254. Автушко, В.П. Исследование адекватности математической модели гидроцилиндра в задачах динамического расчета гидропривода / В.П. Автушко, М.И. Жилевич // Вестник БНТУ. – 2002. – №4. – С. 31–37.
Стандарт	Национальная система сертификации Республики Беларусь. Порядок проведения сертификации услуг химической чистки и крашения: СТБ 5.3.08–2003. – Введ. 01.11.03. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации; Госстандарт Беларуси, 2003. – 20 с. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные: ГОСТ 2.781-96. – Взамен ГОСТ 2.781-68; введ. 01.01.98; Республика Беларусь. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 24 с.

Приложение Д

Д.1 Международная система единиц СИ

Величина	Размерность	Наименование	Обозначение
Длина	L	метр	м
Время	T	секунда	с
Масса	M	килограмм	кг
Угол		радиан	рад
Площадь	L^2	квадратный метр	m^2
Объем	L^3	кубический метр	m^3
Скорость	LT^{-1}	метр в секунду	м/с
Ускорение	LT^{-2}	метр на секунду в квадрате	m/c^2
Угловая скорость	T^{-1}	радиан в секунду	рад/с
Частота вращения	T^{-1}	оборот в секунду	об/с
Плотность	ML^{-3}	килограмм на кубический метр	kg/m^3
Сила (вес)	MLT^{-2}	ньютон	Н
Момент силы	ML^2T^{-2}	ньютон-метр	Н·м
Давление	$ML^{-1}T^{-2}$	паскаль	Па
Модуль упругости	$ML^{-1}T^{-3}$	паскаль	Па
Динамическая вязкость	$ML^{-1}T^{-1}$	паскаль-секунда	Па·с
Кинематическая вязкость	L^2T^{-1}	квадратный метр на секунду	m^2/c
Объемный расход	L^3T^{-1}	кубический метр в секунду	m^3/c
Массовый расход	MT^{-1}	килограмм в секунду	кг/с
Мощность	ML^2T^{-3}	ватт	Вт
Работа, энергия	ML^2T^{-2}	джоуль	Дж
Температура	θ	кельвин	К

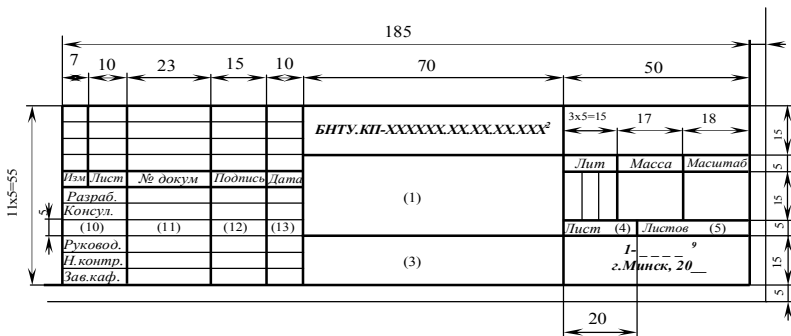
Д.2 Единицы, применяемые наравне с единицами СИ и временно допускаемые к применению

Величина	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Сила (вес)	Килограмм-сила	кгс	9,806 Н
Давление	килограмм силы на квадратный сантиметр (техническая атмосфера) миллиметр водного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см ² (ат) мм вод.ст. мм рт.ст.	98066,5 Па (точно) ~105 Па 9,806 Па 133,3 Па
Кинематическая вязкость	стокс	Ст	10–6 м ² /с
Динамическая вязкость	пуаз	П	0,1 Па·с
Объем	литр	л	10–3 м ³
Температура	градус Цельсия	°С	T=(t°С+273,16)К
Плоский угол	градус	°	$\pi/180$ рад

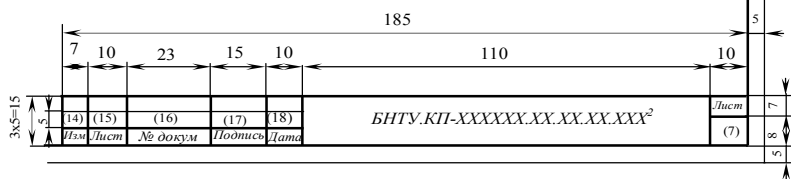
Приложение Е

Основная надпись на листах графического и иллюстративного материала курсового проекта

Форма 1



Форма 2



В графах указываются:

графа 1 – наименование изделия в соответствии с требованиями стандарта;

графа 3 – обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей);

графа 4 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

графа 5 – общее число листов документов (графу заполняют только на первом листе);

графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;

графа 11 – фамилии лиц, подписывающих документ;

графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

графа 13 – дата подписания документа.

² – обозначение чертежа («X» – позиции для цифр);

⁹ – шифр специальности.

Приложение Ж

Буквенные позиционные обозначения элементов гидро- и пневмоприводов

ЭЛЕМЕНТ	Обозначение	ЭЛЕМЕНТ	Обозначение
Устройство (общее обозначение)	А	Масленка	МС
Гидро(пневмо-) аккумулятор	АК	Гидродинамическая муфта	МФ
Аппарат теплообменный	АТ	Насос	Н
Гидробак	Б	Насос аксиально-поршневой	НА
Влагоотделитель	ВД	Насос-мотор	НМ
Вентиль	ВН	Насос пластинчатый	НП
Гидровытеснитель	ВТ	Насос радиально-поршневой	НР
Пневмоглушитель	Г	Пневмо-гидропреобразователь	ПГ
Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	Д	Гидропреобразователь	ПР
Делитель потока	ДП	Гидрораспределитель (пневмораспределитель)	Р
Гидро(пневмо-)дрессель	ДР	Реле давления	РД
Гидрозамок (пневмозамок)	ЗМ	Гидроаппарат (пневмоаппарат) клапанный	РК
Гидро(пневмо-)клапан: общего назначения выдержки времени давления обратный предохранительный редукционный		Регулятор потока	РП
	К	Ресивер	РС
	КВ	Сепаратор	С
	КД	Сумматор потока	СП
	КО	Термометр	Т
	КП	Гидродинамический трансформатор	ТР
	КР		
Компрессор	КМ	Устройство воздухоспускное	УВ
Гидромотор (пневмомотор)	М	Гидроусилитель	УС
Манометр	МН	Фильтр	Ф
Гидродинамическая передача	МП	Гидроцилиндр (пневмоцилиндр)	Ц
Маслораспылитель	МР		

Приложение И

Ряды основных параметров гидро- и пневмосистем

И.1 Значения условных проходов d_y , мм (ГОСТ 16516-80)

1,0	10	100
–	12	125
1,6	16	160
2,0	20	200
2,5	25	250
3,0	30	–
4,0	40	–
5,0	50	–
6,0	63	–
8,0	80	–

И.2 Номинальные вместимости $V_{\text{ном}}$, дм^3 (ГОСТ 12448-80)

–	1,0	10,0	100	1000	10 000
–	–	–	125	1250	12 500
–	1,6	16,0	160	1600	16 000
–	–	–	200	2000	20 000
–	2,5	25,0	250	2500	25 000
–	–	–	320	3200	–
0,40	4,0	40,0	400	4000	–
–	–	–	500	5000	–
0,63	6,3	63,0	630	6300	–

И.3 Номинальные расходы жидкости $Q_{\text{ном}}$, $\text{дм}^3/\text{с}$ (ГОСТ 13825-80)

–	0,100	1,00	10,0
–	0,125	1,25	12,5
0,016	0,160	1,60	16,0
–	0,200	2,00	20,0
0,025	0,250	2,50	25,0
–	0,320	3,20	32,0
0,040	0,400	4,00	40,0
0,050	0,500	5,00	–
0,063	0,630	6,30	–
0,080	0,800	8,00	–

И.4 Номинальные давления $p_{ном}$, МПа (ГОСТ 12445-80)

0,10	1,0	10,0	100
–	–	12,5	125
0,16	1,6	16,0	160
–	–	20,0	200
0,25	2,5	25,0	250
–	–	32,0	–
0,40	4,0	40,0	–
–	–	50,0	–
0,63	6,3	80,0	–

И.5 Нормальные диаметры, мм (ГОСТ 12447-80)

Основной ряд	Основной ряд	Дополнительный ряд	Основной ряд	Дополнительный ряд
1,0	10	–	100	–
–	–	–	–	110
–	12	–	125	–
–	–	14	–	140
–	16	–	160	–
–	–	18	–	180
2,0	20	–	200	–
–	–	22	–	220
2,5	25	–	250	–
–	–	28	–	280
3,0	32	–	320	–
–	–	36	–	360
4,0	40	–	400	–
–	–	45	–	450
5,0	50	–	500	–
–	–	56	–	560
6,0	63	–	630	–
–	–	70	–	710
8,0	80	–	800	–
–	–	90	1000	900

И.6 Номинальные рабочие объемы насосов и гидромоторов, см³ (ГОСТ 13824-80)

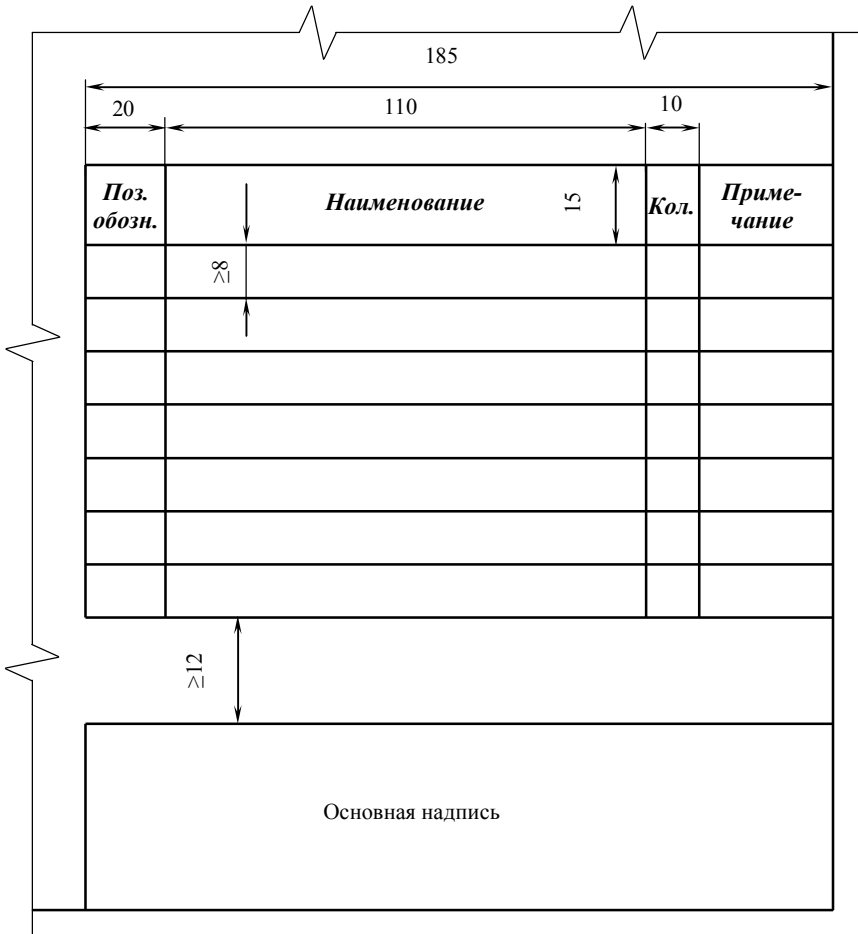
Основ- ной ряд	Основ- ной ряд	Допол- нит. ряд	Основ- ной ряд	Допол- нит. ряд	Основ- ной ряд	Допол- нит. ряд
1,00	10,0	-	100	-	1000	-
-	-	11,2	-	112	-	1120
1,25	12,5	-	125	-	1250	-
-	-	14,0	-	140	-	1400
1,60	16,0	-	160	-	1600	-
-	-	18,0	-	180	-	1800
2,00	20,0	-	200	-	2000	-
-	-	22,4	-	224	-	2240
2,50	25,0	-	250	-	2500	-
-	-	28,0	-	280	-	2800
3,20	32,0	-	320	-	3200	-
-	-	36,0	-	360	-	3600
4,00	40,0	-	400	-	4000	-
-	-	45,0	-	450	-	4500
5,00	50,0	-	500	-	5000	-
-	-	56,0	-	560	-	5600
6,30	63,0	-	630	-	6300	-
-	-	71,0	-	710	-	7100
8,00	80,0	-	800	-	8000	-
-	-	90,0	-	900	-	9000

И.7 Номинальные частоты вращения, $n_{ном}$ (ГОСТ 12446-80)

с ⁻¹	об/ мин	с ⁻¹	об/ мин	с ⁻¹	об/ мин	с ⁻¹	об/ мин	с ⁻¹	об/ мин
0,010	0,60	0,10	6,0	1,00	60	10,0	600	100	6000
-	-	-	-	1,25	75	12,5	750	125	7500
0,016	0,96	0,16	9,6	1,60	96	16,0	360	160	9600
-	-	-	-	2,00	120	20,0	1200	200	12000
0,025	1,50	0,25	15,0	2,50	150	25,0	1500	250	15000
-	-	-	-	3,20	192	32,0	1920	320	19200
0,040	2,40	0,40	24,0	4,00	240	40,0	2400	400	24000
-	-	-	-	5,00	300	50,0	3000	-	-
0,063	3,78	0,63	37,8	6,30	378	63,0	3780	-	-
-	-	-	-	8,00	480	80,0	4800	-	-

Приложение К

Оформление перечня элементов на принципиальной схеме



Приложение Л

Основные нормальные размеры изделий

Л.1 Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636-69)

<u>1,0</u>	1,05	<u>1,1</u>	1,15	<u>1,2</u>	1,2	1,3	<u>1,4</u>	1,5	
<u>1,6</u>	1,7	<u>1,8</u>	1,9	<u>2,0</u>	2,0	2,1	<u>2,2</u>	2,4	
<u>2,5</u>	2,6	<u>2,8</u>	3,0	<u>3,2</u>	3,2	3,4	<u>3,6</u>	3,8	
<u>4,0</u>	4,2	<u>4,5</u>	4,8	<u>5,0</u>	5,0	5,3	<u>5,6</u>	6,0	
<u>6,3</u>	6,7	<u>7,1</u>	7,5	<u>8,0</u>	8,0	8,5	<u>9,0</u>	9,5	
<u>10</u>	10,5	<u>11</u>	11,5	<u>12</u>	12	13	<u>14</u>	15	
<u>16</u>	17	<u>18</u>	19	<u>20</u>	20	21	<u>22</u>	24	
<u>25</u>	26	<u>28</u>	30	<u>32</u>	32	34	<u>36</u>	38	
<u>40</u>	42	<u>45</u>	48	<u>50</u>	50	53	<u>56</u>	60	
<u>63</u>	67	<u>71</u>	75	<u>80</u>	80	85	<u>90</u>	95	
<u>100</u>	105	<u>110</u>	120	<u>125</u>	125	130	<u>140</u>	150	
<u>160</u>	170	<u>180</u>	190	<u>200</u>	200	210	<u>220</u>	240	
<u>250</u>	260	<u>280</u>	300	<u>320</u>	320	340	<u>360</u>	380	
<u>400</u>	420	<u>450</u>	480	<u>500</u>	500	530	<u>560</u>	600	
<u>630</u>	670	<u>710</u>	750	<u>800</u>	800	850	<u>900</u>	950	<u>1000</u>

Примечание. При выборе размеров предпочтение следует отдавать числам, заключенным в прямоугольники, затем подчеркнутым двумя линиями, потом – одной линией и, наконец, не подчеркнутым.

Л.2 Нормальные диаметры общего назначения (ГОСТ 6636-69)

0,5	3	11	21	35	52	78	105	155	210	310	410
0,8	3,5	12	22	36	55	80	110	160	220	320	420
1	4	13	23	38	58	82	115	165	230	330	430
1,2	4,5	14	24	40	60	85	120	170	240	340	440
1,5	5	15	25	42	62	88	125	175	250	350	450
1,8	6	16	26	44	65	90	130	180	260	360	460
2	7	17	28	45	68	92	135	185	270	370	470
2,2	8	18	30	46	70	95	140	190	280	380	480
2,5	9	19	32	48	72	98	145	195	290	390	490
2,8	10	20	34	50	75	100	150	200	300	400	500

Примечание. Рекомендуется применять в первую очередь диаметры, оканчивающиеся на 0, во вторую – на 5, а в третью – на 2 и 8.

Л.3 Радиусы скруглений (ГОСТ 10948-64)

1-й ряд	0,2	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	63	100	160	250
2-й ряд	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	32	50	60	80	125	200

Примечание. При выборе радиусов скруглений 1-й ряд предпочитается 2-му.

Л.4 Нормальные размеры фасок (ГОСТ 10948-64)

Угол фаски	45° и 60°	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	15
	30°	–	–	–	1	–	–	–	2	2,5	3	4	–	5	6	7	8	9	10	15

Примечание. Для неподвижных посадок следует принимать фаски: на конце вала 30°, в отверстии втулки 45°.

Приложение М

Основные параметры резьб

М.1 Размеры конической дюймовой резьбы (ГОСТ 6111-52)

Обозначение резьбы (в дюймах)	Шаг P	Длина резьбы, мм		Диаметр трубы в основной плоскости, наружный d
		l_1	l_2	
1/16	0,941	6,5	4,064	7,895
1/8	0,941	7,0	4,572	10,272
1/4	1,411	9,5	5,080	13,572
3/8	1,411	10,5	6,096	17,055
1/2	1,814	13,5	8,128	21,233
3/4	1,814	14,0	8,611	26,568
1	2,209	17,5	10,160	33,228
1 1/4	2,209	18,0	10,688	41,985
1 1/2	2,209	18,5	10,688	48,054
2	2,209	19,0	11,074	60,092

В условном обозначении дюймовой конической резьбы указывается буква «К» и обозначение размера резьбы. Например: К $3/4$, К $1/2$.

М.2 Размеры трубной конической резьбы (ГОСТ 6211-81)

Обозначение резьбы (в дюймах)	Шаг P	Длина резьбы (мм)		Диаметр трубы в основной плоскости, наружный d
		l_1	l_2	
1/8	0,907	6,5	4	9,728
1/4	1,337	9,7	6	13,157
3/8	1,377	10,1	6,4	16,662
1/2	1,814	13,2	8,2	20,955
3/4	1,814	14,5	9,5	26,441
1	2,309	16,8	10,4	33,249
1 1/4	2,309	19,1	12,7	41,910
1 1/2	2,309	19,1	12,7	47,803
2	2,309	23,4	15,9	59,614
2 1/2	2,309	26,7	17,5	75,184
3	2,309	29,8	20,6	87,884
4	2,309	35,8	25,4	113,030
5	2,309	40,1	28,6	138,430
6	2,309	40,1	28,6	163,830

Трубная коническая резьба применяется в конических резьбовых соединениях, а также в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой.

В обозначение резьбы входят буквы: R – для конической наружной резьбы; R_c – для конической внутренней резьбы и обозначения размеров резьбы. Например: $R1 1/2$; $R_c 1 1/2$.

М.3 Размеры метрических резьб (ГОСТ 8724-81)

Диаметры (<i>d; D</i>)			Шаги <i>P</i>	
Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Крупный	Мелкие
2	—	—	0,4	0,25
—	2,2	—	0,45	0,25
2,5	—	—	0,45	0,35
3	—	—	0,5	0,35
—	3,5	—	—	0,35
4	—	—	0,7	0,5
—	4,5	—	—	0,5
5	—	—	0,8	0,5
6	—	7	1	0,75; 0,5
8	—	—	1,25	1; 0,75; 0,5
—	—	9	—	1; 0,75; 0,5
10	—	—	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
—	—	11	—	1; 0,75; 0,5
12	—	—	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
—	14	—	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
—	—	15	—	1,5
16	—	—	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
—	—	17	—	1,5
—	18	—	—	1,5; 1; 0,75; 0,5
20	22	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	—	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75
—	—	25	3	2; 1,5
—	27	—	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	—	—	3,5	2; 1,5; 1; 0,75
—	33	—	3,5	2; 1,5
—	—	35	—	1,5; 1; 0,75
36	39	—	4	3; 2; 1,5; 1
—	—	40	—	1,5
42	45	—	4,5	3; 2; 1,5; 1
48	52	—	5	3; 2; 1,5; 1
—	—	50	—	1,5
—	—	55	—	2; 1,5
56	—	—	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	58	—	1; 1,5
—	60	—	—	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	62	—	2; 1,5
64	68	—	6	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	65; 75	—	2; 1,5
72; 80	75	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
90; 100	85; 95	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
110; 125	105; 115	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
140	120; 130	135; 145	—	6; 4; 3; 2; 1,5

Примечания: 1. При выборе диаметров резьбы первый ряд следует предпочесть второму, второй – третьему. 2. В приложении приведены размеры метрических резьб от 2 до 145 мм, а в таблице стандарта имеются от 0,25 до 600 мм.

В обозначении метрических резьб указывается буква «М» и размер наружного диаметра резьбы. Например: М20 или М20×1,5 – если резьба имеет мелкий шаг. Левые резьбы отмечаются буквой LH. Например: М20×1,5LH.

М.4 Размеры трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81)

Обозначение размера резьбы		Шаг P	Диаметры резьбы $d = D$, в мм
Ряд 1	Ряд 2		
$\frac{1}{2}$	—	1,814	20,955
—	$\frac{5}{8}$		22,911
$\frac{3}{4}$	—		26,441
—	$\frac{7}{8}$		30,201
1	—	2,309	33,249
—	$\frac{1}{8}$		37,897
$1\frac{1}{4}$	—		41,910
—	$1\frac{3}{8}$		44,323
$1\frac{1}{2}$	—		47,803
—	$1\frac{3}{4}$		53,746
2	—		59,614
—	$2\frac{1}{4}$		65,710
$2\frac{1}{2}$	—		75,184
—	$2\frac{3}{4}$		81,531
3	—	87,884	
—	$3\frac{1}{4}$	93,980	

Примечания: 1. При выборе размеров резьбы первый ряд следует предпочитать второму.

2. В таблице стандарта приведены размеры резьб от 1/16 до 6 дюймов.

По требованиям ГОСТ 16093-81 в обозначении резьбы указывают и поле допуска. Например: M20×1,5–g6 (для наружных резьб с мелким шагом). Здесь используют строчные буквы латинского алфавита.

Для обозначения поля допуска внутренней резьбы буквы применяют прописные. Например: M20×1,5–h6.

Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы: G1–A (резьба класса точности A), G $\frac{3}{4}$ –B–40 (резьба класса точности B и длиной свинчивания 40 мм), G $\frac{1}{2}$ –A/A (резьба класса точности A – внутренней и наружной), G $\frac{1}{2}$ –A/B (резьба класса точности A – внутренней, B – наружной).

В графах основной надписи (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

в графе 1 – наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73), а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр. Допускается для сборочного чертежа наименование документа не указывать;

в графе 6 – литеру, присвоенную данному документу по ГОСТ 2.103-68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);

в графе 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

в графе 9 – шифр специальности, город и год выполнения дипломного проекта;

в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;

в графе 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11 (подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными);

в графе 13 – дату подписания документа;

в графах 14...18 – графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503-74.

² – обозначение чертежа («X» – позиции для цифр).

Учебное издание

ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ И ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»

С о с т а в и т е л и:
АВТУШКО Валентин Петрович
БАРТОШ Петр Романович
КИШКЕВИЧ Павел Нестерович и др.

Редактор Е.О. Коржуева
Компьютерная верстка С.В. Бондаренко

Подписано в печать 10.09.2010.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 4,01. Уч.-изд. л. 3,14. Тираж 100. Заказ 373.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.