

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

по научной работе

Драгунов В.К.

« ____ » _____ 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 2.5. Машиностроение

Научная специальность – 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная,
компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы

Москва, 2022

1. Механика жидкости и газа

Основные физические свойства жидкости и газа. Понятие о массовых и поверхностных силах, баланс сил. Дифференциальное уравнение гидростатики. Распределение давления в неподвижной жидкости. Основные понятия кинематики; идеальная и вязкая жидкость, установившееся и неустановившееся движение, линия тока, трубка тока, потенциальное и вихревое движение жидкости. Определение расхода, интенсивности вихревой трубки и циркуляции скорости. Теорема Стокса. Основные уравнения гидродинамики: уравнение неразрывности, уравнение движения идеальной жидкости Эйлера. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и «целого» потока (для случая идеальной и реальной жидкости, установившегося и неустановившегося движения). Структура потока в трубах. Уравнение равномерного прямолинейного движения вязкой жидкости в трубе. Распределение касательных напряжений по сечению трубы и давлений по ее длине. Закон трения Ньютона. Распределение скоростей по сечению трубы при ламинарном и турбулентном движении жидкости. Вычисление потерь давления по длине трубы. Коэффициент трения и его связь с числом Рейнольдса. Местные сопротивления. Внезапное расширение потока (теорема Борда). Истечение из отверстий и насадков. Коэффициент скорости, расхода и сжатия. Течение в диффузорах.

Уравнений Навье-Стокса движения вязкой жидкости. Применение законов количества движения и момента количества движения к жидкости. Основы теории подобия и моделирования гидродинамических процессов. Основные критерии динамического подобия. Основы теории пограничного слоя, его характеристики. Уравнение Прандтля движения вязкой жидкости в пограничном слое. Интегральное уравнение для пограничного слоя.

Неустановившееся движения жидкости и газа; уравнения, описывающие такое движение. Гидравлические сопротивления при неустановившихся течениях. Гидравлический удар. Колебания жидкости и газа.

2. Объемные гидравлические машины и гидропередачи

Поршневые и роторные гидромашины. Их устройство, особенности рабочего процесса, параметры, статические характеристики, кинематика механизмов вытеснения рабочей жидкости. Конструкции распределителей рабочей жидкости. Расчет размеров, силовые соотношения в многопоршневых гидромашинах. Расчет крутящих моментов и сил, действующих на статор и ротор. Гидравлическое уравновешивание нагрузок. Высокомоментные (тихоходные) гидромоторы. Основные особенности их

конструкций. Расчет крутящих моментов, инерционных и гидравлических сил. Выбор оптимальных профилей направляющих статора. Шестерённые и винтовые гидромашины. Основные кинематические соотношения. Расчеты нагрузок и их уравнивание. Расчет основных размеров. Потери энергии в гидрообъемных машинах. Теоретическое и экспериментальное определение потерь и КПД. Рабочие жидкости для систем объемного гидропривода. Их основные физические свойства и характеристики. Рекомендации по выбору рабочих жидкостей. Причины загрязнения рабочих жидкостей в гидросистемах. Классы чистоты и требования к качеству рабочей жидкости для гидросистемы. Фильтры. Их классификация по принципу действия.

Объемный гидравлический привод. Принципиальные схемы. Примеры практического применения. Статические характеристики идеализированных моделей. Математическая модель объемного гидропривода с регулируемым насосом, учитывающая утечки. Передаточная функция такой модели и частотные характеристики. Гидравлический привод с дроссельным регулированием. Варианты подключения регулируемых дросселей, уравнения статических характеристик. Привод с дросселирующими гидрораспределителями. Статические характеристики. Математическая модель привода с ЭГУ и электрической главной обратной связью. Линеаризация модели. Анализ динамических процессов при управлении. Применение ЭВМ в динамических расчетах гидроприводов.

3. Лопастные гидравлические машины и гидродинамические передачи

Различные виды лопастных гидромашин, их назначение. Основные параметры лопастных гидромашин. Классификация лопастных гидромашин по принципу действия. Основные конструктивные схемы гидротурбин, насосов и насос-турбин. Элементы проточной части лопастных гидромашин (центробежного насоса, реактивной гидротурбины, насос-турбины, гидромуфты и гидротрансформатора), их назначение. Понятие о рабочем и теоретическом напоре, гидравлическом КПД гидротурбины и насоса. Виды потерь энергии лопастных гидромашин, их общий КПД.

Основные условия подобия в лопастных гидромашинах. Связь между основными параметрами подобных гидромашин. Приведенные величины, коэффициент быстроходности. Классификация лопастных гидромашин по быстроходности и области их применения. Физическая сущность кавитации, ее последствия. Высота всасывания насоса и гидротурбины. Меры защиты от кавитации. Основные методы расчета рабочих органов лопастных гидромашин. Абсолютное и относительное движение жидкости в рабочем

колесе. Треугольник скоростей. Уравнение Эйлера лопастной гидромашины (для насоса и гидротурбины). Рабочие и универсальные характеристики гидротурбины, насоса и насос-турбины. Способы регулирования лопастных гидромашин. Моментные характеристики лопастных гидромашин. Совместная работа насоса и сети.

Насосное оборудование ТЭС. Структурная схема ТЭС. Особенности назначения, условий функционирования и предъявляемые требования, параметры и особенности конструкции питательных, конденсатных и сетевых насосов.

Классификация гидродинамических передач. Основы рабочего процесса, баланс моментов, баланс напоров. Виды потерь: внешняя, универсальная и тяговая характеристики гидромуфта. Приведенные параметры и приведенная характеристика, ее связь с типом лопастной системы. Способы управления гидромуфтой, предельные гидромуфты со статическим и динамическим самоопорожнением. Влияние типа нагрузки на вид внешней характеристики и на потери; тепловой баланс. Расчет гидромуфты на основе моделирования с использованием приведенных характеристик. Особенности рабочего процесса гидротрансформатора, схемы проточной части. Внешняя и приведенные характеристики.

Типы гидротрансформаторов, конструктивные схемы (комплексных, многоколесных и многоступенчатых). Системы питания и охлаждения, тепловой баланс. Способы управления гидротрансформаторами. Согласование работы двигателя и гидротрансформатора. Методы расчета лопастных систем. Основы расчета характеристик гидротрансформатора.

4. Гидравлическая аппаратура

Дросселирующие гидрораспределители, типы назначения, устройства, принцип действия. Основные схемы подключения в гидравлических системах. Регулирующие и энергетические характеристики. Силы, действующие на подвижные элементы распределителей. Расчет гидрораспределителей. Особенности гидрораспределителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка».

Гидравлические усилители без обратных связей, их конструктивные особенности, принцип действия. Коэффициенты усиления гидроусилителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка».

Гидравлические аппараты регулирования давления и потока жидкости, их назначение, устройство, типы принцип действия. Напорные клапаны. Их классификация по принципу действия. Гидродинамический расчет напорных клапанов прямого действия. Математическое моделирование рабочего

процесса напорного клапана непрямого действия. Гидравлические распределители потока. Классификация по виду перекрытия рабочих щелей. Уравнения статических характеристик дросселирующих распределителей. Коэффициенты расхода. Гидродинамические силы. Способы управления распределителями. Примеры применения.

Гидравлические устройства стабилизации потока жидкости, типы, устройство, принцип действия, область применения, особенности применения.

Гидравлические делители и сумматоры потоков объемного и дроссельного типов, устройство, принцип действия, область применения.

Электрогидравлические усилители (ЭГУ) мощности. Назначение. Классификация по основным конструктивным признакам. Виды обратных связей. Математические модели ЭГУ основных типов. Линеаризация уравнений математической модели. Передаточные функции ЭГУ различных типов. Частотные характеристики. Качество переходных процессов в ЭГУ.

Гидравлические аппараты с пропорциональным электромагнитным управлением, их особенности, разновидности, устройство, принцип работы, область применения.

5. Пневматический привод и средства автоматизации

Особенности пневматического привода. Пневматические источники энергии, типы, устройство, принцип действия. Классификация. Основные параметры и характеристики. Способы и приборы для очистки и сушки воздуха, их устройство и принцип действия.

Пневматические исполнительные устройства поступательного и вращательного движений, разновидности, особенности, основные характеристики. Пневматические двигатели, особенности выбора и их расчета. Следящие пневматические приводы, основные характеристики и особенности работы.

Пневматические мембранные элементы для средних давлений, устройство, принцип действия, характеристики, область применения. Реализация логических функций с помощью мембранной техники.

Струйные элементы пневматических систем малых давлений, устройство, разновидности, принцип действия, основные характеристики. Струйный усилитель, назначение и область применения. Реализация логических функций на струйных элементах.

Пневматические глухие и проточные камеры. Статические и динамические характеристики проточных камер с ламинарными и

турбулентными дросселями. Усилитель типа «сопло-заслонка» как частный случай проточной камеры.

Методика синтеза одноконтных и многоконтных систем управления пневматическими приводами.

6. Динамика и регулирование гидropневматических систем

Основные понятия и определения. Виды алгоритмов управления в технических системах.

Основные элементы автоматических регуляторов и управляющих устройств. Устойчивость, качество, точность регулирования и управления.

Статика и динамика автоматических систем. Математические модели систем. Характеристики систем. Линеаризация характеристик и уравнений при описании систем.

Динамические звенья и структурные схемы систем автоматического регулирования и управления (САР и САУ). Устойчивость систем. Критерии устойчивости. Качество процессов регулирования, показатели качества переходных процессов. Применение ЭВМ для исследования и расчета переходных процессов.

Синтез корректирующих звеньев. Методы исследования и расчетов нелинейных систем. Импульсные и цифровые системы. Оптимальные системы. Математическое описание гидро- и пневмосистем. Виды математических моделей гидро- и пневмосистем. Методы исследований и расчетов динамических режимов гидро- и пневмосистем.

Динамические характеристики гидравлических и пневматических линий. Динамические характеристики регулирующих и распределительных устройств. Следящие гидромеханические и пневматические приводы с дроссельным регулированием. Математическая модель, структурная схема, анализ устойчивости и расчет динамических характеристик.

Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы с дроссельным регулированием. Функциональные схемы, математические модели, структурные схемы. Динамический расчет.

Следящие гидроприводы с объемным регулированием. Принципиальная и расчетная схема. Математическая модель. Структурная схема. Динамический расчет. Гидравлические и пневматические системы с автоматическими регуляторами.

Функции автоматических регуляторов. Математические модели систем автоматического регулирования объемных насосов. Динамика гидравлических систем с регулируемым насосом.

7. Надежность и диагностика гидропневматических систем

Особенности эксплуатации гидравлических и пневматических машин, агрегатов и аппаратов. Понятие надежности гидро- и пневмомашин и агрегатов, методы ее повышения (пассивные и активные). Понятие об отказах системы, резервировании, времени восстанавливаемости устройств. Способы и средства диагностирования как активного метода повышения надежности, причины выхода из строя гидравлических и пневматических систем и агрегатов. Особенности диагностирования лопастных гидравлических машин, в том числе - главных циркуляционных насосов атомных электрических станций.

Литература

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов. - 7-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2003.
2. Гиргидов А.Д. Техническая механика жидкости и газа: учеб. для вузов. - СПб.; Изд-во СПбГПУ, 2002.
3. Попов Д.Н. Механика гидро- и пневмоприводов: Учебник. - М.:Изд-во МГТУ, 2002. - 320с.
4. Гидравлика, гидромашин и гидропневмопривод. Учебное пособие. / Под.ред. Стесина С.П. - М.: Изд. Центр "Академия". 2008.-336с.
5. Свешников В.К. Станочные гидроприводы. Справочник. - М.: Машиностроение, 2008. - 640с.
6. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник для вузов. 5-е изд., перераб., доп. - М.: МГИУ. 2007. - 264с.
7. Агеев Ш.Р., Григорян Е.Е., Макиенко Г.П. Российские установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение. Энциклопедический справочник. Пермь. ООО ПрессМастер, 2007, 645 с.
8. Гидропривод. Основы и компоненты. Том 1 (на русском языке) Бош-Рексрот г. Эрбах Германия, 2003. - 322 с.
9. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. - С.Пб.: Изд-во «Профессия», 2004. - 752с.
10. Булкин А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок. - Учебное пособие для вузов. - М.: Изд. дом «МЭИ», 2009. - 508с.
11. Никитин О.Ф. Надежность, диагностика и эксплуатация гидропривода мобильных объектов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 312с.
12. Романович Ж.А., Высоцкий В.А. Надежность функционирования гидравлических и пневматических систем в машинах и аппаратах бытового назначения. - М.: «Дашков и Ко», 2011. - 272с.

13. Смит Д.Дж. Безопасность, ремонтпригодность и риск. Практические методы для инженеров, включая вопросы оптимизации надёжности и систем, связанных с безопасностью М.: Группа ИДТ, 2007. - 432с.

14. Бусырев А.И., Топаж Г.И. Лопастные гидромашины. СПб: ГПУ, 2007. - 122с.

«Согласовано»
Директор ИГВИЭ
к.т.н., доцент

Шестопалова Т.А.