

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 15.06.01 Машиностроение

Направленность (специальность) 05.04.13 Гидравлические машины, гидропневмоагрегаты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Моделирование перспективных гидроприводных систем и погружных насосов»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе 6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 881, и паспорта специальности 05.04.13 «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты» номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 10 января 2012 г. № 5.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является получение знаний в области современных методов математического и физического моделирования гидравлических и пневматических систем.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных структур гидроприводных систем и их показателей конкурентоспособности;
- изучение общих вопросов математического моделирования технических систем;
- изучение особенностей математического моделирования регулируемой аппаратуры с учётом свойств рабочей жидкости;
- приобретение навыков моделирования гидроприводов дроссельного, машинного и электромашинного регулирования;
- приобретение навыков применения компьютерных технологий при исследовании гидросистем.

В процессе освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);
- способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);
- способность организовать и проводить научные исследования и проектирование гидравлических и пневматических систем и агрегатов (ПК-1);

- способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования гидравлических машин, гидро- и пневмоприводов, систем гидро-и пневмоавтоматики (ПК-3);
- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать

- новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

уметь:

- формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);

- организовать и проводить научные исследования и проектирование гидравлических и пневматических систем и агрегатов (ПК-1);

- способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования гидравлических машин, гидро- и пневмоприводов, систем гидро-и пневмоавтоматики (ПК-3);

владеть:

- методами оценки научных достижений, генерированием новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные структуры гидроприводных систем (10 часов)

Классификация и основные структуры объемных гидроприводов. Виды гидроприводов по характеру движения выходного звена, источнику подачи рабочей жидкости, виду и задаче управления, способу регулирования выходного параметра исполнительного устройства. Номенклатура гидравлических устройств, входящих в состав объемного гидропривода. Назначение, показатели конкурентоспособности, основные статические и динамические характеристики гидроприводов и их устройств. Методы проектирования перспективных гидроприводных систем по заданным показателям качества.

2. Общая характеристика математического моделирования технической системы (20 часов)

Понятие математической модели (ММ) технической системы (ТС). Принципы составления и виды основных уравнений статического и динамического состояния ТС. Входные, выходные и внутренние параметры. Уравнения движения и состояния. Учет физических свойств рабочего тела и условий работы ТС. Начальные и граничные условия. Замкнутость математической модели. ММ и вычислительные средства. Линеаризация уравнений. Цель и основные методы. Соответствие ММ реальным процессам в ТС. Использование результатов экспериментальных исследований. ММ и расчетная система. Сравнение расчетных зависимостей, полученных на основе моделирования с экспериментальными. Коррекция ММ.

3. Математическое моделирование регулирующих гидравлических аппаратов (15 часов)

Понятие регулируемого рабочего проходного сечения. Пропускная способность дросселирующих рабочих щелей и постоянных дросселей. Зависимость коэффициента расхода рабочей щели гидроаппарата от числа

Рейнольдса. Уравнения движения элементов аппарата и уравнения расходов. Силовое воздействие потока жидкости на запорно-регулирующие элементы. Силы трения и гидравлического демпфирования. Учет физических свойств рабочей жидкости. Влияние присоединенных к аппарату объемов жидкости на его динамические характеристики.

Математическое моделирование гидролиний. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Режимы течения. Применение сигнальных графов для расчета линейных гидравлических систем.

4. Математическое моделирование гидроприводов с дроссельным, машинными электромашиным регулированием (30 часов)

Математическое описание процессов регулирования с механическими и электрическими входными сигналами. Уравнения движения, расходов, обратных связей, учет физических свойств рабочих жидкостей, сил трения и т.д. Линейная модель, принимаемые допущения и ограничения. Математические модели электрогидравлических усилителей и электрогидравлических следящих приводов. Расчет динамических характеристик на ЭВМ.

Уравнения расходов жидкости в замкнутых гидроприводах с машинным регулированием с учетом сжимаемости рабочей жидкости и утечек в гидромашинах. Уравнение движения вала гидромотора с учетом сил трения. Математическая модель гидропривода с машинно-дроссельным регулированием. Математическое описание динамической характеристики насоса, с подачей, автоматически регулируемой по давлению.

Особенности математической модели гидропривода с регулированием по частоте вращения приводного электродвигателя. Учет динамических характеристик преобразователя частоты.

5. Применение компьютерных технологий при моделировании гидросистем (15 часов)

Методы решения нелинейных дифференциальных уравнений. Особенности моделирования гидросистем с использованием программы Simulink. Способы построения структурной схемы. Учет рабочих процессов в гидравлических устройствах. Преимущества и недостатки применения данной программы. Применение программ 3-Dмоделирования при разработке конструкций, исследовании характеристик и подготовке технической документации и изготовлении гидравлических устройств.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

__4__ семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Способы регулирования выходных параметров исполнительных устройств гидроприводов.
2. Основные показатели конкурентоспособности объемных гидроприводов.
3. Виды гидроприводов по задаче управления.
4. Методы проектирования перспективных гидроприводных систем по заданным показателям качества.
5. Принципы составления и виды основных уравнений статического и динамического состояния гидравлической технической системы.
6. Учет в математической модели физических свойств рабочей жидкости.
7. Цель и основные методы линеаризации уравнений.
8. Использование в математических моделях результатов экспериментальных исследований.
9. Расчетная система и математическая модель.
10. Соответствие математической модели реальным процессам в технической системе.
11. Пропускная способность дросселирующих рабочих щелей и постоянных дросселей.

12. Зависимость коэффициента расхода рабочей щели гидроаппарата от числа Рейнольдса.
13. Силовое воздействие потока жидкости на запорно-регулирующие элементы.
14. Математическое моделирование гидролиний.
15. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Режимы течения.
16. Математическая модель дроссельного гидропривода с электрическим управлением.
17. Математические модели электрогидравлических усилителей с различными видами обратных связей.
18. Математическая модель электрогидравлического следящего привода.
19. Уравнения расходов жидкости в замкнутых гидроприводах с машинным регулированием с учетом сжимаемости рабочей жидкости и утечек в гидромашинах.
20. Математическое описание динамической характеристики насоса, с подачей, автоматически регулируемой по давлению.
21. Особенности математической модели гидропривода с регулированием по частоте вращения приводного электродвигателя.
22. Учет динамических характеристик преобразователя частоты.
23. Методы решения нелинейных дифференциальных уравнений.
24. Особенности и способы моделирования гидросистем с использованием программы Simulink.
25. Применение программ 3-Dмоделирования при разработке конструкций, исследовании характеристик и подготовке технической документации на изготовление гидравлических устройств.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Свешников В.К. Станочные гидроприводы. Справочник. – М.: Машиностроение, 2014.
2. Гойдо М.Е. Проектирование объёмных приводов. – М.: Машиностроение, 2009.
3. Голубев В.И., Могильников П.В., Панферов Р.Ф. Испытания аппаратуры и гидросистем с пропорциональным управлением – М.: Издательский дом МЭИ, 2013.
4. Арзуманов Ю.Л., Халатов Е.М., Чекмазов В.И. и др. Математические модели систем пневмоавтоматики. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
5. Зуев Ю.Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений Изд. дом МЭИ, 2006.

Дополнительная литература:

1. Оболенский Ю.Г., Ермаков С.А., Сухоруков Р.В. Введение в проектирование систем авиационных рулевых приводов. – Изд-во ГУП г. Москвы «Окружная газета ЮЗАО», 2011.
2. Никитин О.Ф. Рабочие жидкости и уплотнительные устройства гидроприводов. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
3. Фомичев В.М. Проектирование электрогидравлических усилителей следящих приводов, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
4. Компьютерная программа «FluidSim-H, версия 4,5» фирмы «Фесто» (зарегистрирована в НИУ-МЭИ).
5. Интернет-ресурсы: www.boschrexroth.ru, www.hydrpac.com,
www.atos.com, www.hydac.com, www.gsktb.com, www.vickers.spb.ru.