

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

«Надежность и долговечность, экологическая безопасность и энергоэффективность основного гидротурбинного оборудования ГЭС»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

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 освоение проблем надежности и долговечности, экологической безопасности и энергоэффективности основного гидротурбинного оборудования ГЭС и путей их возможного преодоления.

Задачами дисциплины являются:

- обеспечить знание системных подходов к оценкам надежности, вероятности отказов и их последствий в силовых подсистемах гидроагрегатов ГЭС;
- очертить способы формирования инновационных решений практически безопасного и энергетически эффективного функционирования основного гидротурбинного оборудования и собственно гидротурбин.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способностью 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).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- существо системного подхода к оценке надежности, вероятности отказов и их последствий в силовых подсистемах гидроагрегатов ГЭС (УК-1);

- возможные инновационные решения практически безопасного функционирования основного гидротурбинного оборудования и собственно гидротурбин (УК-1);

- достигнутый уровень конструкторского, технологического и энергетического совершенства по показателям работоспособности и качества современных гидротурбин различных типов и систем (УК-2, ОПК-1).

уметь:

- исследовать эффективность функционирования и принимать объективно обоснованные проектные решения по повышению надежности, долговечности и энергокавитационных показателей гидротурбинных блоков для ГЭС традиционного и симметрического (СГЭС) исполнения (ОПК-1);

- профессионально анализировать преимущества и недостатки рабочего процесса РО-гидротурбин традиционного исполнения и двойного регулирования; принимать аргументировано обусловленные решения по выбору наиболее предпочтительного варианта (ОПК-2);

- производить оценку перспективности использования РО-гидротурбин двух- и трехпараметрического регулирования в зависимости от конкретных надсистемных условий (ОПК-1, ОПК-2).

владеть:

- аналитическими и креативными структурно-параметрическими методами и приемами изучения динамических процессов и синтеза проточных частей и рабочих органов гидротурбин для русловых ГЭС и СГЭС (ПК-1);

- инновационными подходами к созданию конкурентоспособных гидротурбинных блоков симметрического исполнения для СГЭС (ПК-3);

- нетрадиционными, системно обусловленными способами создания силового гидротурбинного оборудования нового поколения (ПК-1, ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Системный подход к оценке надежности, вероятности отказов и их последствий в сложной системе автоматически управляемой (САУ) крупной плотинной ГЭС (10 часов)

Статистически – вероятностная постановка с введением понятий теории катастроф. Критический анализ отказов САУ и собственно ГЭС традиционного исполнения, привлечение отечественного и зарубежного опыта. Категории отказов, их причины и следствия. Объекты анализа и направления инновационных решений: плотины, их виды – практически абсолютно безопасное обеспечение фундаментальной функции создания статического напора; станционные узлы и водоводы – снижение интенсивности волновых процессов при полном исключении явления прямого гидроудара; водосбросы и затворы – устранение эрозии донных оснований; гидротурбинные блоки и собственно гидротурбины – повышение виброкачества, экологической безопасности, пропускной способности, полезного действия, антикавитационных качеств.

Современные мощные реактивные гидротурбины общепринятого исполнения (15 часов)

Проточные части и рабочие органы. Систематизация (по виду рабочих колес): пропеллерные и поворотно-лопастные осевые и диагональные, радиально-осевые. Области применения по установленным номинальным напорам и условиям изменения уровней верхнего и нижнего бьефов. Проблема выбора вида (системы и типа) турбины в зонах пересечения областей использования. Критический анализ преимуществ и недостатков турбин различных видов по энергокавитационным, виброакустическим, конструкторско-технологическим и массогабаритным показателям – по критериям надежности, экологической безопасности, полезному действию, ресурсу и экономичности.

Обоснование вывода: возможность для кардинального позитивного прорыва в качественных показателях ГЭС и их силового оборудования требует

выдвижения принципиально новых компоновочных и проектно-конструкторских решений.

Идея симметрических гидроэлектростанций (СГЭС) (25 часов)

Размещение станционного узла (СУ) плотинных СГЭС по течению реки с идентичными гидротурбинными блоками (ГТБ), размещенными вдоль продольной оси симметрии СУ. Центально-симметричные ГТБ с двухсторонним подводом и отводом рабочего тела. Принципиальные преимущества данных решений перед традиционными исполнениями. Технико-экономическая эффективность. Вариантные эскизы СГЭС с контрфорсными плотинами, короткими напорными водоводами и водосбросами в зоне нижнего бьефа с направлениями напорных потоков под малыми углами к береговым бортам.

Оценки положительного экологического и экономического эффектов от применения СГЭС, сроки окупаемости строительства.

Различные исполнения проточных частей центально-симметричных ГТБ. Анализ результатов компьютерного проектно-исследовательского эксперимента по сопоставлению гидродинамических локальных и интегральных показателей ГТБ, для малонапорной ГЭС ($H_p=33$ м) с поворотно-лопастной осевой турбиной общепринятого исполнения, с односторонними спиральным подводом рабочего тела и односторонним его отводом посредством изогнутой отсасывающей трубы, и центально-симметричного ГТБ соответствующей СГЭС. Иллюстрация очевидных преимуществ инновационного ГТБ по энергоэффективности и однородности распределений функций поля в проточной части.

Радиально-осевая гидротурбина двухпараметрического регулирования (РОДР) (20 часов)

РОДР как объединение параллельно действующих по расходу радиальной с поворотными лопастями (ПЛ) и жестколопастной радиально-осевой (РО) гидротурбин. Сочетание в РОДР положительных свойств ПЛ и РО гидротурбин

и снижение, либо практическое исключение их недостатков. Относительная сложность конструкторских решений. Варианты исполнения РОДР.

Компьютерный проектно-исследовательский эксперимент разработки оптимизированных по энергокавитационным показателям проточной части и лопастных систем рабочего колеса РОДР для средненапорной ГЭС. Особенности распределения функции поля в межлопастных каналах. Интегральные показатели работоспособности и качества. Сопоставления с аналогичными данными в случае применения РО турбины традиционного исполнения. Конструкторские проработки радиальной части рабочего колеса РОДР и механизма поворота лопастей. Результаты расчетов экономического эффекта от применения РОДР.

Радиально-осевая гидротурбина трехпараметрического регулирования (РОТР (20 часов))

Нестационарные явления в проточных частях и способы повышения вибро-акустических качеств крупных гидротурбин. Введение в РОДР дополнительного регулирующего устройства – вращаемого, соосно и изолированно от вала, обтекателя (ВО) рабочего колеса, с образованием гидромашины РОТР с тремя регулируемыми органами: поворотными лопатками направляющего аппарата и лопастями радиального рабочего колеса, а также его обтекатель ВО.

Теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение позитивного эффекта качественного снижения низкочастотных пульсаций давления в горловине отсасывающей трубы на нерасчетных режимах работы.

Оценка совокупного положительного результата по показателям надежности, ресурсу, экологической безопасности и энергоэкономическим факторам от создания СГЭС с гидротурбинами РОДР, либо РОТР.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

Теоретическая часть

1. Наиболее характерные отказы САУ и собственно ГЭС традиционного исполнения.
2. Категории отказов, их причины и следствия.
3. Основные виды проектных решений для ГЭС традиционного исполнения (плотины, станционные узлы, напорные водоводы и др.).
4. Способы повышения экологической безопасности, полезного действия и антикавитационных свойств гидротурбинных блоков и собственно гидротурбин.
5. Современные реактивные гидротурбины – проточные части и рабочие органы.
6. Достигнутые уровни энергокавитационных показателей для РО-гидротурбин и нестационарные явления в их проточных частях.
7. Проблемы выбора вида (системы и типа) в зонах пересечения областей использования.
8. Направления формирования принципиально новых компоновочных и проектно-конструкторских решений – теоретические и прикладные обоснования.
9. РО-турбина двойного регулирования. Существо рабочего процесса, прогнозные оценки энергокавитационных и виброакустических качеств.
10. Сопоставление характеристик РО-турбины одинарного и двойного регулирования по надежности, долговечности и гидродинамическим процессам.
11. Концептуальные обоснования создания РО-гидротурбины трехпараметрического регулирования.
12. Прогнозные показатели работоспособности и качеств РО-гидротурбин нового поколения.

Практические вопросы

1. Схемы плотин и станционных узлов традиционных и симметрических русловых ГЭС. Сравнительный анализ по технико-экономическим показателям.
2. Оценка временного периода окупаемости капитальных затрат на создание СГЭС.
3. Качественный анализ характера течений в подводящих и отводящих устройствах односторонних и осесимметричных гидротурбинных блоков.
4. Критический анализ вариантов проектных решений для РО-гидротурбин двойного регулирования по надежности, ресурсу и стоимостным показателям
5. Свойства симметрии потока и баланса гидравлических силовых воздействий в эвольвентно-раструбных центрально-симметричных гидротурбинных блоках.
6. Явление возникновения мощных нестационарных вихревых жгутов в отсасывающих трубах РО-гидротурбин и методы снижения уровня данного негативного явления.
7. Назначение и принцип действия вращаемого обтекателя. Анализ опытных данных, проектные решения и рекомендации по их применению.
8. Схемные варианты исполнения и ожидаемые показатели работоспособности и качества РО-гидротурбин трехпараметрического регулирования.
9. Компоновки СГЭС для узких и широких русел.
10. Контрфорсно-арочная плотина для СГЭС, ее преимущества и возможные схемные решения.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Пылев И.М., Малышев А.К., Степанов В.Н. и др. Результаты исследования 3D потока в проточной части радиально-осевой гидротурбины/ Тр. МНТ и НМ К «Гидрогазодинамика, гидромашины и гидропневмосистемы». М.: МЭИ, 2006, С. 122-126.
2. Сотников А.А., Ригин В.Е. Вопросы методологии проектирования лопастных систем гидротурбин на основе трехмерного моделирования потока/ Тр. МНТ и НМ К Гидрогазодинамика, гидромашины и гидропневмосистемы». М.: МЭИ, 2006, С. 126-129.
3. Моргунов Г.М. Симметрические гидроэлектростанции и проточные части гидротурбин/Вестник МЭИ, 2003, №3, С. 11-19.
4. Моргунов Г.М. К повышению экономической эффективности и экологической безопасности использования кинетической энергии текучих сред/Вестник МЭИ, 2005, №3, С. 25-32.
5. Моргунов Г.М. Радиально-осевая гидротурбина двойного регулирования и ее свойства/Вестник МЭИ, 2006, №3, С. 5-14.
6. Моргунов Г.М. Нестационарные явления в проточных частях и повышение виброакустических качеств крупных гидротурбин/Вестник МЭИ, 1999, №5, С. 16-21.
7. Моргунов Г.М., Динь Дык Тхюй. Проектирование и исследование гидродинамических свойств рабочего колеса радиально-осевой гидротурбины двойного регулирования/Вестник МЭИ, 2007, №1, С. 11-23.
8. Моргунов Г.М. Лопастные машины для жидкостей и газов с увеличенной плотностью полезно используемой энергии/ Вестник МЭИ, 2007, №4, С. 5-13.

Дополнительная литература:

9. Моргунов Г.М. Инновационные решения для объектов использования возобновляемых источников энергии и лопастных машин /Тр.

ВН-ПК «Повышение надежности и эффективности электрических станций и систем», июнь 2010, Москва, МЭИ, с. 206-208.

10. Моргунов Г.М., Жаркова В.В. Проектирование и расчетное гидродинамическое исследование турбинных блоков малонапорных симметрических ГЭС/ Тр. ВН-ПК «Повышение надежности и эффективности электрических станций и систем», июнь 2010, Москва, МЭИ, - 4с.