

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА

для поступающих в аспирантуру по специальности
05.14.08 – энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

МИНСК
БГАТУ
2019

Рекомендовано научно-методическим советом агроЭнергетического
факультета БГАТУ

Протокол № ____ от 17 июня 2019 г.

Составители:
канд. техн. наук В.А. Коротинский
канд. техн. наук В.М. Збродыго
канд. техн. наук В.А. Ковалев

ВВЕДЕНИЕ

Программа для поступающих в аспирантуру по специальности 05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии» составлена на базе типовой Программы (утверженной приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 23 марта 2009 г. № 54) и специфики агропромышленного корпуса Республики Беларусь.

Цель программы – обеспечить высокий уровень подготовки аспирантов (соискателей) в соответствии с современными требованиями для решения научных и практических задач в области разработки, построения и функционирования энергоустановок на основе возобновляемых видов энергии.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

В основу программы положено содержание следующих дисциплин:

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Термодинамика и ее методы. Параметры состояния. Законы и уравнения системы идеального газа. Внутренняя энергия, энталпия, энтропия, основные термодинамические процессы идеальных газов.

Уравнение первого закона термодинамики. Второй закон термодинамики. Циклы, термодинамический к.п.д. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики.

Циклы с регенерацией. Комбинированные циклы. Циклы газотурбинных установок. Сжатие газа в одно- и многоступенчатом компрессоре. Циклы холодильных установок.

Конвективный теплообмен. Особенности теплообмена при ламинарном и турбулентном режимах течения при обтекании плоской поверхности и течении в трубах. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции в однوفазных потоках, при кипении и конденсации. Теплообмен при конденсации и кипении однокомпонентных теплоносителей. Механизм теплоотдачи и расчетные соотношения при пузырьковом и пленочном режимах кипения.

Стационарная и нестационарная теплопроводность через плоские и цилиндрические стенки. Теплообмен излучением.

2. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Электрические цепи постоянного тока. Применение метода холостого хода и короткого замыкания к расчету цепей с нелинейными элементами. Законы Кирхгофа для электрических цепей.

Магнитные цепи. Элементы теории магнетизма. Магнитодвижущая сила. Расчет разветвленной магнитной цепи методом двух узлов.

Электромагнитная индукция и механические силы в магнитном поле. ЭДС самоиндукции и взаимоиндукции. Плотность энергии в магнитном поле. Механические усилия в магнитном поле.

Электрические цепи однофазного синусоидального тока. Основы символического метода расчета цепей синусоидального тока. Законы Кирхгофа в символической форме записи.

Трехфазная система ЭДС. Основные схемы соединения трехфазных цепей, линейные и фазные величины. Круговые и линейные диаграммы в трехфазных цепях. Трехфазный трансформатор.

Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Законы Кирхгофа в операторной форме. Последовательность расчета переходных процессов цепей в операторной форме. Основы синтеза электрических цепей.

Электрические машины. Механические и электрические характеристики. Электрические машины постоянного тока. Асинхронные и синхронные машины переменного тока.

3. ТЕПЛОТЕХНИКА,

Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. Принцип взаимного преобразования теплоты и работы. Тепловые и холодильные машины. Идеальные и реальные термодинамические процессы. Циклы тепловых и холодильных машин.

Тепловые двигатели и энергетические установки. Схемы преобразования теплоты в электрическую энергию. Основное оборудование энергоустановок.

Конечные потребители систем энергоснабжения: отопления , вентиляции и кондиционирование воздуха, хладоснабжение.

Типы электростанций и энергоустановок. Тепловые схемы и основное оборудование ТЭЦ, ТЭС. Парогенераторы. Паровые турбины.

Системы водоснабжения. Системы теплоснабжения (общие сведения). Системы вентиляции и кондиционирования воздуха (общие сведения). Холодильные установки.

4. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Общие сведения об электрических станциях, подстанциях и энергосистемах. Особенности технологического оборудования и режимов работы электростанций различных типов (ТЭС, ГЭС, АЭС, ДЭС).

Классификация и общее назначение электрического оборудования электростанций и подстанций. Режимы работы электрооборудования (нормальный, ремонтный, аварийный, послеаварийный). Собственные нужды электростанций и подстанций. Оптимизация электропотребления с целью энергосбережения.

Понятие автоматизированного электропривода. Общие положения по регулированию тока, момента, скорости и положения электропривода. Электропривод с программным управлением, с адаптивным управлением.

5. ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ

Солнечное излучение. Определение технического и экономического потенциала солнечной энергии. Ослабление прямого излучения в земной атмосфере. Измерение плотности потока солнечной радиации. Спектр электромагнитного излучения. Преобразование солнечной энергии в тепловую. Поглощающая и отражающая способность. Отражение на границе раздела сред. Системы солнечного теплоснабжения.

Теплоприемники солнечного излучения. Плоские коллекторы. Конструкция, основные характеристики. Полный коэффициент теплообмена коллектора с окружающей средой. Коэффициент отвода тепла из коллектора. Коэффициент полезного действия коллектора. Практические проблемы плоских коллекторов. Концентраты, приемники и ориентирующие системы фокусирующих коллекторов. Основные характеристики фокусирующих коллекторов. Оптические потери.

Системы солнечного горячего водоснабжения и отопления. Активные и пассивные системы солнечного теплоснабжения.

Аккумулирование энергии в системах теплового преобразования солнечной энергии. Типы аккумуляторов. Водяной аккумулятор.

Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. Полупроводниковые солнечные элементы на основе гомо- и гетеропереходов. Работа солнечного элемента. Основные уравнения. Влияние плотности потока солнечного излучения на вольтамперные характеристики. Определение необходимой площади солнечной батареи и числа солнечных элементов. Конструкции солнечных элементов. Солнечные элементы с концентраторами излучения. Пленочные фотопреобразователи. Комбинированные фототермические установки. Солнечные энергоустановки с двусторонней спектральной чувствительностью. Термофотоэлектрический метод преобразования тепловой энергии в электрическую. Солнечные электростанции. Схемы и принципы работы солнечных электростанций.

Преобразования энергии ветра. Определение технического и экономического потенциала ветровой энергии. Энергетический расчет ветроустановки. Принципы преобразования энергии ветра. Насосные ветроагрегаты. Пневматические ветроагрегаты. Конструктивные исполнения (типы) ветроколес, их эффективность. Контроль, регулирование и управление ВЭУ. Производство электрической энергии.

Ветродизельные и ветросолнечные установки. Электрические ветроагрегаты. Общие принципы аккумулирования ветровой энергии. Механическое аккумулирование. Гидравлические аккумулирование. Пневматическое аккумулирование. Тепловое аккумулирование. Водородное аккумулирование.

Электрохимическое аккумулирование. Проблемы и перспективы развития ветроэнергетики. Экономическая эффективность ВЭУ.

Биомасса как источник энергии. Виды биомассы. Объемы и энергопотенциал биомассы разного происхождения. Термические и биохимические способы превращения биомассы в энергию (биотоплива). Определение технического и экономического потенциала энергии биомассы.

Биотопливо, его виды. Влажность и зольность древесных отходов (древа, кора, щепа, опилки, брикеты, гранулы), соломы. Теплота их сгорания. Этапы сжигания твердых топлив (древесных отходов, торфа, лигнина, соломы). Пиролиз. Процесс горения летучих компонентов. Дожиг. Полное и неполное сгорание топлив. Коэффициент избытка воздуха. Котлы и оборудование для сжигания твердых топлив. КПД твердотопливных котлов для сжигания биотоплива.

Газификация твердых топлив (древесного, лигнина, торфо-лигниновых брикетов). Пиролизные газы. Отходящие газы. Газогенераторы. Газогенераторный предтопок.

Анаэробная переработка жидких органосодержащих отходов. Микробиологические аспекты метаногенеза. Гидролиз. Кислотогенная стадия. Ацетоногенная стадия. Метаногенная стадия. Факторы, определяющие процесс анаэробного сбраживания биомассы. Температурный режим. РН субстрата. Доза загрузки. Продолжительность брожения. Перемешивание. Ингибиторы процесса.

Биогазовые установки. Основные узлы и системы биогазовых установок. Типы (конструкции) биореакторов, их характеристика. Энергобаланс биогазовой установки. Технико-экономические показатели биогазовой установки. Перспективы развития биогазовых установок. Биофильтры с восходящим потоком сбраживаемой биомассы. Совершенствование конструкции метантенка.

Роль метанового сбраживания отходов для защиты окружающей среды от загрязнений. Снижение загрязнений почвы, воды, воздуха. Уменьшение "парникового эффекта".

Расчет технического и экономического потенциала гидравлической энергии. Малая гидроэнергетика. Микро-ГЭС. Водноэнергетический кадастр и гидроэнергетические ресурсы республики. Гидрологические и водохозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС. Бесплотинные (свободнопоточные) гидроэлектростанции. Конструктивные типы гидросиловых установок (гидротурбины) и сфера их применения. Способы регулирования мощности.

Электрические схемы малых (микро) ГЭС, автономные и присоединяемые к электрической системе. Типы электрогенераторов. Асинхронный генератор на малых (микро) ГЭС и система возбуждения.

Классификация термальных вод. Перспективы, проблемы использования. Использование тепла грунта.

Использование естественного холода в сельском хозяйстве.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И.В. Баум. Оптические системы солнечных электростанций. М., Наука. 1985.
2. Солнечная и геотермальная теплоэнергетика. Актуальные физико-технические проблемы. М., Наука, 1985.
3. Д. Даффи, У. Бекман. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. М., Мир, 1977.
4. М.М.Колтун. Селективные оптические поверхности преобразователей солнечной энергии. М., Наука, 1979.
5. О.П. Агнихотри, Б.К. Гупта. Селективные поверхности солнечных установок. Мир, 1984.
6. Я.И. Шефтер. Использование энергии ветра. М., Энергоатомиздат, 1983.
7. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии М.: Энергоатомиздат, 1990.
8. В.М. Усаковский. Возобновляемые источники энергии. М., Россельхозиздат, 1986.
9. Дж. Даффи, У.А. Бекман. Тепловые расчеты с использованием солнечной энергии. М.: Изд-во "Мир", 1977.
- 10.Биомасса как источник энергии. Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. М.: Изд-во Мир, 1985.
- 11.В. Баадер, Е.Доне, М. Бренндерфер. Биогаз, теория и практика. М.: Колос, 1982.
- 12.В.И. Русан, М.А. Короткевич. Комплексное использование возобновляемых источников энергии. – Мн.: ИЭ АПК НАН Беларуси, 2004.
- 13.И.А. Будзко и др. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: Колос, 2000. – 536с.
- 14.А.М. Мусин Электропривод сельскохозяйственных машин и агрегатов. – М.: Агропромиздат, 1985.-239с.
- 15.В.В. Москаленко Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов. М.: Энергоиздат, 1981.-144с.
- 16.Горбунов А.Н., Кабанов И.Д., Кравцов А.В., Редько И.Я. Теоретические основы электротехники. Челябинск: 1998.-490с.
- 17.В.А.Кирилин, В.В.Сычев, А.С. Шейдлин. Техническая термодинамика. М., 1980.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н.С. Лидоренко, Г.Ф.Мучник. Электрохимические генераторы. М., Энергоиздат, 1982.
2. Е.И. Янтовский, Н.М. Толман. Магнитодинамические генераторы. М., Наука, 1972.
3. М.М.Колтун. Солнечные элементы. М., Наука, 1987.

4. Г. Раушенбах. Справочник по проектированию солнечных батарей. М.: Энергоиздат, 1983.
5. Л.А. Сапдиг и др. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ. Челябинск, 2000.
6. М.М. Севернев. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве В.В.Кузьмич. Расчет гелиоветронагревательных систем и их применение в сельском хозяйстве. Мн., 1994.
7. В.С.Дубровский, У.Э. Виестур. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. – Рига: Зинатне, 1988.
8. Биогаз: проблемы и решения. Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. т.21. – М.: ВИНИТИ, 1988.
9. А.А.Ковалев, А.Н.Ножевникова. Технологические линии утилизации отходов животноводства в биогаз и удобрения. – М.: Мир, 1990.
- 10.Биогазовые технологии – радикальное решение проблем экологии, энергетики и агрохимии/ Е.С.Панцхава// Теплоэнергетика. – 1994, № 4.
- 11.Экономические показатели биогазовых установок/ В.Г.Некрасов// Техника в сельском хозяйстве, 1988, № 1.
- 12.Экономический эффект переработки отходов животноводства в биогазовых установках/ В.Г.Некрасов// Международный агропромышленный журнал. – 1989, № 1.
- 13.В.А.Боровиков. Электрические сети и системы/ В.А. Боровиков. В.В. Косарев, Г.А. Ходот. – М.: Энергия, 1968.
- 14.Электрическая часть станций и подстанций/ Под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Энергия, 1972.
- 15.Л.А. Саплин и др. Энергоснабжение с-х. потребителей и использование возобновляемых источников энергии.- Челябинск: ЧГАУ, 2000 – 240с.
- 16.В.А. Коротинский, К.Э. Гаркуша Биоэнергетика: методическое пособие. – Минск: БГАТУ. 2011. – 148с.
- 17.В.А. Коротинский, К.Э. Гаркуша Ветроэнергетика: новые перспективы / методическое пособие. – Минск: БГАТУ. 2012. – 140с.