


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Согласовано
Директор института заочного обучения


М.М. Пестеров

« 30 » ноябрь 201 5 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


А.В. Белоусов

« 1 » декабрь 201 5 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**ТЕРМОВЛАЖНОСТНЫЕ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УСТАНОВКИ**

направление подготовки (специальность):

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергетика теплотехнологий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетический

Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород – 2015


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: доцент  (В.В. Губарева)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики теплотехнологии**

« 16 » ноября 201 5 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор  (В.И. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября 201 5 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции | | | Требования к результатам обучения |
|-------------------------|-----------------|--|---|
| № | Код компетенции | Компетенция | |
| Профессиональные | | | |
| 1 | ПК-10 | Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные процессы, протекающие в термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических установках, а также физические законы, которым они подчиняются; основные теплоносители, их свойства и характеристики; влияние параметров протекающих процессов и теплоносителей на основные показатели работы установок</p> <p>Уметь: производить расчеты по подбору оптимальных условий протекания процессов</p> <p>Владеть: методиками определения оптимальных режимов протекания процессов</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|--|
| 1 | Гидрогазодинамика |
| 2 | Техническая термодинамика |
| 3 | Тепломассообмен |
| 4 | Источники энергии теплоэнергетики |
| 5 | Теплофизические основы и организация технологических процессов |
| 6 | Основы конструирования теплотехнического оборудования |
| 7 | Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|---|
| 1 | Математическое моделирование в теплоэнергетике |
| 2 | Методика и техника эксперимента в теплотехнологии |
| 3 | Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии |
| 4 | Утилизация вторичных энергоресурсов |
| 5 | Теплотехнологические комплексы и безотходные системы |
| 6 | Паротеплогсперирующие установки промышленных предприятий |
| 7 | Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки |
| 8 | Источники и системы энергоснабжения предприятий |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 6 |
|--|--------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 252 | 252 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 30 | 30 |
| лекции | 12 | 12 |
| лабораторные | 6 | 6 |
| практические | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа студентов, в том числе: | 222 | 222 |
| Курсовой проект | 54 | 54 |
| Курсовая работа | – | – |
| Расчетно-графическое задание | – | – |
| Индивидуальное домашнее задание | – | – |
| Другие виды самостоятельной работы | 132 | 132 |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 36 (экзамен) | 36 (экзамен) |

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|--|---|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки Общие сведения | | | | | |
| 1. | Основные виды промышленных процессов и аппаратов. Физическая сущность процессов и их классификация. Кинетические уравнения наиболее распространенных процессов. Классификация тепло- и массообменных аппаратов и установок. | 0,5 | | | 3 |
| 2. | Виды теплоносителей. Основные свойства, преимущест- | 1 | | | 6 |

| | | | | | |
|---|--|-----|---|---|----|
| | ства, недостатки и области рационального применения газообразных, жидких и твердых теплоносителей. | | | | |
| 2. Теплообменные аппараты | | | | | |
| 1. | Классификация теплообменных аппаратов. Рекуперативные теплообменные аппараты. Классификация рекуператоров. Аппаратурно-технологическое оформление поверхностных рекуперативных теплообменников. | 1 | | 2 | 10 |
| 2. | Виды расчетов теплообменников. Тепловой конструктивный и поверочный расчет рекуперативных теплообменников. | 1 | 4 | | 8 |
| 3. | Особенности расчета рекуперативных теплообменных аппаратов периодического действия и компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена. | 0,5 | | | 6 |
| 4. | Оптимальный выбор нормализованного рекуперативного теплообменного аппарата. Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках. | 0,5 | | | 2 |
| 5. | Регенеративные теплообменные аппараты. Аппаратурно-технологическое оформление регенераторов. | 0,5 | | | 6 |
| 6. | Особенности теплообмена в регенераторах. Методы расчета регенераторов и перспективы их развития. | 0,5 | 1 | | 8 |
| 3. Выпаривание и выпарные установки | | | | | |
| 1. | Общие теоретические сведения. Физические основы процесса выпаривания и свойства растворов. Классификация выпарных аппаратов. | 0,5 | | | 2 |
| 2. | Аппаратурно-технологическое оформление выпарных установок: поверхностные выпарные аппараты; выпарные установки адиабатного испарения; контактные выпарные аппараты. Тепловые схемы многокорпусных выпарных установок. | 1 | | 2 | 6 |
| 3. | Материальный и тепловой балансы одно- и многокорпусных выпарных установок. | 0,5 | 2 | | 6 |
| 4. Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки | | | | | |
| 1. | Фазовое равновесие при массопереносе. Уравнения равновесной и рабочей линий. Диаграммы состояния $t-x-y$, $P-x$ и диаграмма равновесия $u-x$ бинарных смесей. | | | | 5 |
| 2. | Абсорбционные и адсорбционные установки. Скрубберы полые и насадочные. Расчет насадочных аппаратов. Конденсаторы смешения, градирни. Основы расчета и подбора вентиляторных градирен. | 0,5 | | | 6 |
| 3. | Общие сведения о дистилляции и ректификации. Основные схемы дистилляции. | | | | 4 |
| 4. | Ректификация. Схема установки. Материальный и тепловой баланс ректификационной установки непрерывного действия. | 0,5 | 1 | | 6 |
| 5. Сушка и сушильные установки | | | | | |
| 1. | Общие сведения о процессе сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки и формы связи влаги с материалом. | | | | 4 |
| 2. | Динамика сушки. Тепло и массообмен при сушке. Уравнения внешнего и внутреннего тепло и массообмена. Кинетика сушки. Расчет времени сушки. | 0,5 | | | 6 |

| | | | | | |
|---|--|-----|----|---|-----|
| 3. | Конвективная сушка. Параметры сушильного агента. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок. | 0,5 | 2 | | 6 |
| 4. | Теплотехнологические схемы установок с однократным использованием сушильного агента, с рециркуляцией, с промежуточным подогревом, смесью воздуха с топочными газами. Графоаналитический метод расчета конвективных сушильных установок, определение их тепловой экономичности. | 1 | 2 | 2 | 10 |
| 5. | Сушка жидкотекучих материалов: конструктивное оформление сушилок, основные энергетические показатели работы сушилок. Интенсификация работы распылительных сушилок. Новые схемы сушки распылением. | 0,5 | | | 8 |
| 6. | Конструктивно-технологическое оформление установок для сушки штучных изделий и твердых дисперсных материалов (туннельные, барабанные, сушилки «кипящего слоя»). Основные эксплуатационные показатели работы этих сушилок. | 0,5 | | | 10 |
| 7. | Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности. | | | | 2 |
| 6. Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок | | | | | |
| 1. | Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного вспомогательного оборудования теплотехнологических установок | 0,5 | | | 2 |
| ВСЕГО | | 12 | 12 | 6 | 132 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|--------------|---|---|------------|----------------|
| 1. | Теплообменные аппараты | Элементы теплового конструктивного расчета поверхностных рекуперативных теплообменников. | 4 | 4 |
| | | Элементы поверочного расчета поверхностных рекуперативных теплообменников. | 1 | 1 |
| 2. | Выпаривание и выпарные установки | Выпаривание. Материальный и тепловой баланс однокорпусных выпарных установок. | 2 | 2 |
| 3. | Смесительные (контактные) тепломассообменные аппараты и установки | Ректификация. Материальный и тепловой балансы. | 1 | 1 |
| 4. | Сушка и сушильные установки | Определение параметров сушильного агента по I-x диаграмме и их аналитический расчет. Расчет времени сушки | 2 | 2 |
| | | Материальный и тепловой балансы сушильных установок. | 2 | 2 |
| ИТОГО | | | 12 | 12 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------|----------------------------------|---|------------|----------------|
| 1. | Теплообменные аппараты | Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике «труба в трубе». | 2 | 2 |
| 2. | Выпаривание и выпарные установки | Изучение процесса выпаривания в однокорпусной выпарной установке. | 2 | 2 |
| 3. | Сушка и сушильные установки | Исследование процесса сушки строительных материалов. | 2 | 2 |
| | | ИТОГО | 6 | 6 |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Общие сведения | <ul style="list-style-type: none"> - Физическая сущность процессов, их классификация. Основные кинетические уравнения. - Классификация теплообменных процессов по рабочему - диапазону температур. - Классификация процессов по организационно-технической структуре. Преимущества непрерывных процессов. - Основные этапы расчётов процессов и установок. - Расчёт технико-экономических показателей при проектировании. |
| 2 | Теплообменные аппараты | <ul style="list-style-type: none"> - Основные теплофизические свойства и их влияние на выбор теплоносителей. - Кожухотрубчатые, секционные, пластинчатые и спиральные теплообменники. - Устройство, назначение и основные характеристики. - Устройство и принцип действия вертикального испарителя. - Уравнение теплового баланса 2-х поточных теплообменников для различных теплоносителей. - Схемы теплового и поверочного расчётов рекуперативного теплообменника. - Основные отличия теплового конструктивного расчёта от поверочного. - Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках. - Особенности расчёта рекуперативных теплообменников периодического действия. - Регенеративные теплообменники. Устройство. Принцип действия. Применение. - Особенности теплового расчёта регенераторов (в отличие от рекуператоров). - Особенности расчёта компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена. |
| 3 | Выпаривание и выпарные установки | <ul style="list-style-type: none"> - Выпаривание. Теоретические основы. - Поверхностные выпарные аппараты. Выпарные аппараты с центральной циркуляционной трубой. - Выпаривание. Выпарные аппараты адиабатного расширения. - Контактные выпарные аппараты. Выпарные аппараты с погружной горелкой. - Принципиальные схемы многокорпусной выпарной установки. - Свойства растворов подвергаемых выпариванию и материальный баланс однокорпусной выпарной установки. - Тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. - Принципиальная схема расчёта многокорпусных выпарных установок. |

| | | |
|---|--|--|
| 4 | Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки | <ul style="list-style-type: none"> - Смесительные теплообменные аппараты. Классификация. Преимущества и недостатки. - Фазовое равновесие. Уравнения равновесий и рабочей линии. - Определение направления массопередачи по Y-X диаграмме. - Устройство, принцип действия и основные характеристики полых, полочных и насадочных аппаратов. - Расчет насадочных аппаратов. - Дистилляция. Схемы простой дистилляции. Дефлегмация. - Ректификация. Схема установки и описание процесса. - Материальный и тепловой баланс ректификационных установок непрерывного действия |
| 5 | Сушка и сушильные установки | <ul style="list-style-type: none"> - Общие сведения о сушке и методах обезвоживания материала. - Виды сушки и их характеристика. - Свойства влажных материалов и параметры сушильного агента. - Формы связи влаги с материалом. Классификация высушиваемых материалов по структуре. - Изотерма сорбции сушки. - Динамика сушки. Уравнения внешнего и внутреннего тепло- и массообмена. Характеристика коэффициентов в уравнениях диффузии. - Кинетика сушки. Кинетические кривые сушки. Периоды сушки. - Конвективная сушка. Классификация и характеристики сушильного агента. - Материальный баланс конвективных сушилок. - Принципы энергосберегающей технологии сушки. - Схема разработки аппаратурно-технологического оформления процесса сушки. - Оптимизация процессов сушки. Интенсификация процессов конвективной сушки. - Сушка жидкотекучих материалов. Конструкция сушилок, их принцип действия и эксплуатационные характеристики. - Распылительные сушилки. - Новые технологические схемы сушки распылением. - Сушка штучных, крупногабаритных материалов в сушилке. Принцип действия, устройство и эксплуатационных характеристики. - Сушка твердых дисперсных материалов. Сушилки с плотным, с полувзвешенным и взвешенным слоем материала. - Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности. |
| 6 | Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок | <ul style="list-style-type: none"> - Насосы и вентиляторы - Виды вспомогательного оборудования. - Виды топок и горелочных устройств. - Аппараты пылеочистки. - Питатели. |

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

| Унифицированная тема «Расчет теплотехнологических установок»: | |
|---|---|
| 1. | Спроектировать кожухотрубчатый теплообменник на заданные условия |
| 2. | Спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» на заданные условия |
| 3. | Спроектировать барабанную сушилку на заданные условия |
| 4. | Спроектировать туннельную сушилку на заданные условия |
| 5. | Спроектировать сушилку «кипящего слоя» на заданные условия |
| 6. | Спроектировать распылительную сушилку на заданные условия |

Курсовой проект является заключительным этапом в изучении курса «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»:

При выполнении курсового проекта студент не только расширяет и закрепляет теоретически и практически знания, полученные при изучении дисциплины, но и овладевает навыками самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

Получив тему курсового проекта, студент должен изучить имеющиеся достижения в этой области, выбрать наиболее рациональную теплотехнологическую схему, выполнить теплотехнический и конструктивный расчет тепловой установки, подобрать теплоноситель и рассчитать вспомогательное оборудование.

Объем расчетно-пояснительной записки 25...30 страниц рукописного текста. Графическая часть проекта состоит из двух листов формата А 1. На первом листе должна быть представлена теплотехнологическая компоновочная схема установки, на втором – разрез основного аппарата и разрез одного из аппаратов вспомогательного оборудования или узла основного аппарата.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

– учебным планом не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ

– учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А. Г. Касаткин. – 15-е изд., стереотип. дораб. – М.: Альянс, 2004. – 752 с.
2. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч.1. Учебное пособие. / В.В. Губарева, В.П. Кожевников, М.С. Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
3. Губарева В.В. Расчет и проектирование конвективных сушильных установок. Учебное пособие./В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2014.– 118с.; <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012263185900000652122>.
4. Губарева В.В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов. Учебное пособие. / В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.– 61 с.; <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012404399000000655473>.
5. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. <http://www.iprbookshop.ru/22539>. - ISBN 978-5-93808-182-6 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
6. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. [Электронный ресурс] / В.В. Губарева, И.А. Щетинина – Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 140105- Энергетика теплотехнологий– Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. –<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918190780776500004353>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Жуков А. Д. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Д. Жуков – Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. – 252 с. – <http://www.iprbookshop.ru/27038>. - ISBN 978-5-7264-0897-2 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Фролов – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2008. – 608 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22537>. – Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Пузиков Н.Т., Болдин С.В. Расчёт режима сушки керамических изделий продуктами сгорания природного газа [Электронный ресурс] – Методические указания/ Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин – Нижний Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный университет, 2014, – <http://www.iprbookshop.ru/54965>. – ЭБС «IPRbooks».

1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Практические занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Лабораторные занятия – учебная лаборатория гидрогазодинамики и теплообмена и лаборатория теплотехники (Лк 407, 408), оборудованные лабораторными стендами с конвективной сушилкой и сушилкой «кипящего» слоя, теплообменной и выпарной установками, лабораторной пропарочной камерой.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями и дополнениями по п. 6:

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Губарева, В. В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Губарева, А. В. Губарев. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 256с. - <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/2017040309212027300000655522>.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А. Г. Касаткин. –10-е изд., стереотип. дораб. – М.: Альянс, 2004. – 752с.
3. Губарева В.В. Расчет и проектирование конвективных сушильных установок. Учебное пособие./В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2014.– 118с.; - <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/2015013012263185900000652122>.
4. Губарева В.В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов. Учебное пособие. / В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.– 61 с.; - <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/2015013012404399000000655473>.
5. Ромацков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П. Г. Ромацков – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22539>. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
6. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. [Электронный ресурс] / В.В. Губарева – Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления бакалавриата 13.01.03 – Теплоэнергетика и теплотехника профиля подготовки "Энергетика теплотехнологии"– Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 42с. – <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/2016101813431808100000659984>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч.1. Учебное пособие. / В.В. Губарева, В.П. Кожевников, М.С. Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Фролов – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2008. – 608 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22537>. – Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Пузиков Н.Т., Болдин С.В. Расчёт режима сушки керамических изделий продуктами сгорания природного газа [Электронный ресурс] – Методические указания/ Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин – Нижний Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный университет, 2014, – <http://www.iprbookshop.ru/54965>. – ЭБС «IPRbooks».
4. Шалай В.В. и др. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах [Электронный ресурс] – Практикум – Омск: Омский государственный технический университет, 2015 : <http://www.iprbookshop.ru/58098>. – ЭБС «IPRbooks»
5. Жуков А. Д. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Д. Жуков – Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. – 252 с. – <http://www.iprbookshop.ru/27038>. - ISBN 978-5-7264-0897-2 ; Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена
на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ В.П. Кожевников


Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20¹⁸/20¹⁹ учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 20¹⁸ г.

Заведующий кафедрой  В.И. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».

Цель учебной дисциплины состоит в формировании у студентов знаний о термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических процессах; конструкциях теплотехнологических установок, о принципе работы и режимных параметрах этих установок; о методологии расчета современного теплообменного оборудования.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- сформировать представление о современных методах расчета теплотехнологических схем, процессов и аппаратов;
- выработать системный подход к анализу состояния и тенденций развития теплотехнологического оборудования;
- изучить узкие места в производстве и на основе этого разработать или подобрать рациональную теплотехнологическую схему;
- выработать навыки самостоятельного обоснования принимаемых инженерных решений при проектировании теплотехнологического оборудования;
- грамотно подходить к выбору рациональных теплотехнологических схем, обеспечивающих оптимальное использование топлива и других энергоресурсов.
- Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, коллоквиумов или периодического тестирования, решений задач и проведения контрольных работ. Формой итогового контроля является сдача курсового проекта и экзамен.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров-теплоэнергетиков.

Исходный этап изучения курса «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» предполагает ознакомление с Рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекциях преподавателя и приведенных в планах и заданиях к

практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся ответы на поставленные вопросы.

Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке к выполнению курсового проекта необходимо ознакомиться с публикациями в периодических энергетических изданиях и статистическими материалами. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на тесты, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по изучаемому курсу. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в методических указаниях к лабораторным занятиям и методических указаниях для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

Содержание разделов дисциплины.

1. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Общие сведения [1, С. 13...19, 326].

Основные виды промышленных процессов и аппаратов. Классификация по различным признакам. Физическая сущность процессов и их классификация. Кинетические уравнения наиболее распространенных процессов. Классификация тепло- и массообменных аппаратов и установок.

Виды теплоносителей. Основные свойства, преимущества, недостатки и области рационального применения газообразных, жидких и твердых теплоносителей.

2. Теплообменные аппараты [1, С. 327...346], [4, С. 5-24]

Классификация теплообменных аппаратов по различным признакам. Рекуперативные теплообменные аппараты. Классификация рекуператоров. Аппаратурно-технологическое оформление поверхностных рекуперативных теплообменников.

Виды расчетов теплообменников. Тепловой конструктивный и поверочный расчет рекуперативных теплообменников.

Особенности расчета рекуперативных теплообменных аппаратов периодического действия и компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена.

Оптимальный выбор нормализованного рекуперативного теплообменного аппарата. Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.

Регенеративные теплообменные аппараты. Аппаратурно-технологическое оформление регенераторов.

Особенности теплообмена в регенераторах. Методы расчета регенераторов и перспективы их развития.

3. Выпаривание и выпарные установки [1, С. 347...381].

Общие теоретические сведения. Физические основы процесса выпаривания и свойства растворов. Классификация выпарных аппаратов.

Аппаратурно-технологическое оформление выпарных установок: поверхностные выпарные аппараты; выпарные установки адиабатного испарения; контактные выпарные аппараты.

Тепловые схемы многокорпусных выпарных установок.

Материальный и тепловой балансы одно- и многокорпусных выпарных установок.

4. Смесительные (контактные) тепломассообменные аппараты и установки

[1, С. 382...391, 398...415, 423...425, 440...450, 461...463, 471...493]

Фазовое равновесие при массопереносе. Уравнения равновесной и рабочей линий. Диаграммы состояния t - x - y , P - x и диаграмма равновесия y - x бинарных смесей.

Абсорбционные и адсорбционные установки. Скрубберы полые и насадочные. Расчет насадочных аппаратов. Конденсаторы смешения, градирни. Основы расчета и подбора вентиляторных градирен.

Общие сведения о дистилляции и ректификации. Основные схемы дистилляции. Ректификация. Схема установки. Материальный и тепловой баланс ректификационной установки непрерывного действия.

5. Сушка и сушильные установки [1, С. 583...631], [2, С. 5...81], [3, С. 5...44].

Общие сведения о процессе сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки и формы связи влаги с материалом.

Динамика сушки. Тепло и массообмен при сушке. Уравнения внешнего и внутреннего тепло и массообмена. Кинетика сушки. Расчет времени сушки.

Конвективная сушка. Параметры сушильного агента. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.

Теплотехнологические схемы установок с однократным использованием сушильного агента, с рециркуляцией, с промежуточным подогревом, смесью воздуха с топочными газами. Графоаналитический метод расчета конвективных сушильных установок, определение их тепловой экономичности.

Сушка жидкотекучих материалов: конструктивное оформление сушилок, основные энергетические показатели работы сушилок. Интенсификация работы распылительных сушилок. Новые схемы сушки распылением.

Конструктивно-технологическое оформление установок для сушки штучных изделий и твердых дисперсных материалов (туннельные, барабанные, сушилки «кипящего слоя»). Основные эксплуатационные показатели работы этих сушилок.

Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности.

6. Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок [2, С. 83...92], [3, С. 77...87]

Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного вспомогательного оборудования теплотехнологических установок.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «_13_» июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов