

Учреждение образования
БЕЛОРУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждаю
Проректор по учебной работе

_____ А.С.Федоренчик

« ___ » _____ 2010 г.

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ
В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Учебная программа для специальности
1-43 01 06 Энергоэффективное оборудование и энергетический менеджмент
специализации 1-43 01 06 02 Энергоэффективные
технологии в химической промышленности**

Факультет технологии и техники лесной промышленности

Кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств

Курсы 4 и 5

Семестры 8 и 9

Лекции 66 часов

Экзамен 9 семестр

Практические занятия 50 часов

Зачет 8 семестр

Лабораторные занятия 18 часов

Курсовой проект 9 семестр

Всего аудиторных часов

По дисциплине 134 часа

Всего часов по дисциплине 260 часов

Форма получения
высшего образования дневная

Учебная программа составлена на основе базовой программы по дисциплине «Энергоэффективное оборудование и системы в химической промышленности», утвержденной 2010 г. регистрационный № УД- /баз.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры машин и аппаратов химических и силикатных производств учреждения образования "Белорусский государственный технологический университет" 16 марта 2010г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой

_____ П.Е. Вайтехович

Составитель

_____ В.Н.Павлечко

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методической комиссией факультета технологии и техники лесной промышленности

" 15 " 04 2010 г., протокол № 8

Председатель комиссии

_____ А.А.Янушкевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения дисциплины

Химическая промышленность является одной из энергоемких отраслей. Применяемое на заводах оборудование потребляет значительное количество тепловой и электрической энергии, сжатого воздуха и охлаждающей воды. Основное количество расходуемой энергии, в основном, отводится в окружающую среду. Поэтому снижение удельных энергозатрат на выпуск продукции, утилизация вторичных энергетических ресурсов представляет собой важную задачу.

Оборудование различных предприятий химической промышленности разноплановое, отличается производительностью, устройством и принципом работы. В нем осуществляются механические, гидромеханические, теплообменные, массообменные и другие процессы. В зависимости от назначения и выпускаемой продукции оборудование различается также видом и количеством подводимых и отводимых энергетических ресурсов. Поэтому для осуществления политики энергосбережения на предприятиях химического комплекса необходимо знать конструктивные особенности и принцип действия технологического оборудования, особенно наиболее энергоемких процессов.

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – инженерная подготовка в области разработки и эксплуатации энергоэффективного оборудования и систем в химическом комплексе, а также внедрения энергосберегающих процессов и оборудования.

Основные задачи дисциплины:

- изучение конструкций и принципа работы оборудования и систем химической промышленности;
- изучение средств и методов снижения затрат энергии при осуществлении конкретных технологических процессов;
- освоение навыков по расчету технологических параметров и энергетической эффективности оборудования;
- выработка творческого инженерного подхода при выполнении работ по проектированию нового и совершенствованию существующего оборудования.

Требования к усвоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины «Энергоэффективное оборудование и системы в химической промышленности» выпускник должен:

знать:

- конструктивные особенности и принцип действия машин и аппаратов химических производств;
- инженерные методы расчета и проектирования оборудования;
- основные направления совершенствования оборудования в направлении снижения потребления энергии;

уметь:

– проводить технико-экономическое обоснование рационального выбора типа энергоэффективного оборудования для конкретного технологического процесса

– находить оптимальные технологические решения по совершенствованию технологических процессов и оборудования;

– рассчитывать параметры оборудования и находить оптимальные режимы работы.

– разрабатывать и внедрять энергоэффективные технологии производства и потребления энергии в химической промышленности.

Структура дисциплины

Структура дисциплины «Энергоэффективное оборудование и системы в химической промышленности» включает:

- лекции, на которых изучаются конструктивные особенности и принцип действия оборудования химических производств;

- практические занятия, направленными на приобретение навыков расчета технологических параметров оборудования;

- лабораторные занятия, в ходе которых изучаются режимы работы отдельных видов оборудования.

Завершающей стадией изучения дисциплины является выполнение курсового проекта, призванное закрепить у студентов полученные знания по практическому расчету оборудования.

Место и объем учебной дисциплины

Дисциплина «Энергоэффективное оборудование и системы в химической промышленности» изучается на завершающей стадии общетехнического и общеинженерного обучения. Поскольку теоретические основы дисциплины сопряжены с анализом, решением прикладных задач, то для успешного усвоения материала студенты должны быть подготовлены по таким общеинженерным дисциплинам, как математика, физика, химия, термодинамика и теплопередача, инженерная графика, экономика, охрана труда и др.

Дисциплина изучается в 8, 9 семестрах, ее объем составляет 260 часов, в том числе 134 часа аудиторных занятий, из них: 66 часов лекций, 50 часов практических занятий, 18 часов лабораторных занятий. Предусматривается выполнение курсового проекта, зачет и экзамен.

Технологии обучения

Основными технологиями обучения являются проблемное обучение, разноуровневое обучение, использование компьютерных продуктов, технологии сквозного обучения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля занятий
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение. 1. Задачи курса. 2. Классификация химического оборудования и требования к нему (производительность, качество продукции, возможность использования автоматического регулирования и контроля, энергопотребление, качество монтажа, надежность, безопасность и др.).	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
1	Обеспечение надежности химического оборудования	8	10					
1.1	Основные конструкционные материалы. Чугуны, углеродистые и легированные стали, цветные металлы, пластмассы, смолы, смазочные и теплоизоляционные материалы.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[15] [16]	Зачет. Экзамен.
1.2	Методы защиты химического оборудования. 1. Защитные покрытия и футеровки. 2. Пленочные, листовые покрытия. 3. Защита штучными материалами. 4. Изоляционные материалы.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[16]	Зачет. Экзамен.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.3	Прочностные расчеты. 1. Содержание прочностного расчета и требования к его выполнению. 2. Общие требования. 3. Требования безопасности.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[15]	Зачет. Экзамен.
1.4	Методика расчета на прочность обечаек и днищ. 1. Расчет на прочность обечаек и днищ, нагруженных внутренним давлением. 2. Расчет на прочность обечаек и днищ, нагруженных наружным давлением. 3. Особенности расчета конструктивных элементов.	2	4			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[15]	Зачет. Экзамен.
2	Оборудование механических процессов	6	4					
2.1	Механическое оборудование для измельчения твердых материалов. 1. Щековые, конусные, валковые, молотковые дробилки. 2. Дисмембраторы, дезинтеграторы. 3. Барабанные, вибрационные мельницы. 4. Пути снижения затрат энергии при измельчении материалов.	2	4			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3] [9]	Зачет. Экзамен.
2.2	Оборудование для разделения твердых материалов. 1. Основы грохочения. 2. Роликовый, барабанный, качающийся, вибрационный грохоты. 3. Гидравлические классификаторы, воздушные сепараторы.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3] [9]	Зачет. Экзамен.
2.3	Питатели и дозаторы. 1. Ленточные, пластинчатые, шнековые, барабанные, тарельчатые, барабанные, кареточные питатели. 2. Объемные и весовые дозаторы.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Гидромеханическое оборудование	18	18					
3.1	Газоочистное и пылеулавливающее оборудование. 1. Пылеосадительные камеры. 2. Инерционные пылеуловители. 3. Циклоны. 4. Скрубберы. 5. Барботажные пылеуловители. 6. Сопоставление эффективности и энергозатрат газоочистки.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
3.2	Фильтры для газовых сред. 1. Рукавные фильтры. 2. Фильтры с полужесткими и жесткими перегородками. 3. Фильтры с зернистыми слоями. 4. Электрофильтры. 5. Сравнение гидравлического сопротивления и энергозатрат при очистке газов.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
3.3	Фильтры для жидкостей. 1. Фильтровальные перегородки. 2. Гравитационные фильтры, вакуумные фильтры, фильтр-прессы, барабанные, дисковые, ленточные, листовые фильтры. 3. Сравнение гидравлического сопротивления фильтров и энергозатрат при сгущении осадков.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3] [8]	Зачет. Экзамен.
3.4	Центрифуги и сепараторы. 1. Отстойные и фильтрующие центрифуги. 2. Способы выгрузки осадка. 3. Жидкостные сепараторы. 4. Эффективность центрифугирования.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3] [13]	Зачет. Экзамен.
3.5	Механическое перемешивание жидкостей. 1. Лопастные, пропеллерные, турбинные, специальные мешалки. 2. Расчет мощности для перемешивания жидкостей.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного ком-	[1-5] [10]	Зачет. Экзамен.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
						плекса		
3.6	<p>Пневматическое перемешивание жидкостей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конструкции барботеров. 2. Эрлифт. 3. Эжекторы. 4. Сравнение энергетической эффективности механического и пневматического перемешивания жидкостей. 	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3] [10]	Зачет. Экзамен.
3.7	<p>Насосы химических производств.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поршневые, центробежные, осевые, вихревые, роторные, шестеренчатые, струйные насосы. 2. Расчет энергозатрат на привод насосов. 3. Минимизация расхода энергии при выборе насосов. 	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
3.8	<p>Машины для сжатия и перемещения газов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центробежные и осевые вентиляторы. 2. Турбогазодувки, роторные газодувки. 3. Поршневые, центробежные, роторно-пластинчатые компрессоры. 4. Водокольцевые вакуум-насосы. 	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
3.9	<p>Трубопроводы и арматура химических производств.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Трубы и детали трубопроводов. 2. Соединение трубопроводов. 3. Компенсаторы температурных деформаций. 4. Минимизация затрат энергии при транспортировке потоков. 	2	4			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Зачет. Экзамен.
Итого за 8 семестр		34	34	-				
4	Теплообменное оборудование	8	6	8				
4.1	<p>Тепло- и хладоносители.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вода и рассолы. 2. Воздух и газы. 3. Глухой и острый пар. 4. Минеральные масла и высокотемпературные органические 	2		2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	теплоносители. 5. Пути энергосбережения при выборе тепло- и хладоносителей. Техника безопасности при работе с теплоносителями.					Лабораторный стенд.		работе.
4.2	Теплообменные аппараты. 1. Классификация теплообменников. 2. Кожухотрубные, змеевиковые, спиральные, пластинчатые теплообменники, теплообменники типа «труба в трубе» и специальные. 3. Компенсаторы температурных удлинений.	2	2	4		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.
4.3	Расчеты теплообменников. 1. Факторы, влияющие на расчет и выбор теплообменников. 2. Конденсаторы смешения, их энергетическая эффективность и особенности расчета.	2	4	2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.
4.4	Способы интенсификации теплообмена. 1. Установка перегородок, вставок. 2. Турбулизация потоков. 3. Оребрение поверхностей. 4. Снижение термического сопротивления. 5. Использование специальных материалов.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
5	Массообменное оборудование	20	10	8				
5.1	Классификация и виды массообменного оборудования. 1. Классификация массообменного оборудования. 2. Пленочные, насадочные аппараты для систем газ-жидкость и пар-жидкость. 3. Конструкции насадок, гидродинамические режимы и их энергетическая оптимизация.	2		2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
						стенд.		
5.2	Тарельчатые массообменные аппараты. 1. Режимы работы и их энергетическая эффективность. 2. Конструкции тарелок: провальные, ситчатые, колпачковые, клапанные, пластинчатые. 3. Переливные устройства.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
5.3	Ректификационные установки. 1. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны. 2. Способы обогрева колонны. 3. Установки для разделения бинарных и многокомпонентных смесей. 4. Снижение затрат энергии при разделении смесей ректификацией.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3] [14]	Экзамен.
5.4	Экстракторы. 1. Смесительные, вибрационные, роторные экстракторы. 2. Типы смесителей. 3. Способы снижения энергозатрат при экстракции.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
5.5	Кристаллизаторы. 1. Классификация кристаллизаторов. 2. Охлажденные и выпарные кристаллизаторы. 3. Барабанные, вальцовые кристаллизаторы, вакуум-кристаллизаторы. 4. Расчет кристаллизаторов. 5. Пути снижения затрат энергии.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
5.6	Выпарные аппараты. 1. Классификация выпарных аппаратов. 2. Аппараты со свободной, естественной, принудительной циркуляцией.	2	2			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса.	[1-3]	Экзамен.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3. Пленочные, роторно-пленочные аппараты. 4. Технологические аспекты выпаривания. 5. Охрана труда при выпаривании.					плекса. Лабораторный стенд.		
5.7.	Пути энергосбережения процессов выпаривания. 1. Установки с тепловыми насосами. 2. Многокорпусное выпаривание. 3. Адиабатное выпаривание. 4. Оптимизация затрат на осуществление процесса выпаривания.	2	4			Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3]	Экзамен.
5.8	Сушилки. 1. Классификация сушилок. 2. Полочные, гребковые, вальцовые, туннельные, ленточные, барабанные, распылительные сушилки. 3. Особенности ведения технологических процессов сушки. 4. Техника безопасности при сушке.	2	2	2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3] [11]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.
5.9	Специальные сушилки. 1. Терморadiационные, высокочастотные, сублимационные сушилки. 2. Расчет сушилок. 3. Способы снижения расхода энергии при сушке.	2		2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный стенд.	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.
5.10	Печи. 1. Классификация печей. 2. Трубчатые, барабанные, подовые печи. 3. Электropечи. 4. Техника безопасности при работе печей.	2		2		Плакаты, видеоматериалы для мультимейного комплекса. Лабораторный	[1-3]	Экзамен. Защита отчета по лабораторной работе.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
						стенд.		
6	Реакторы	4						
5.1	Классификация реакторов. 1. Реакторы периодического, непрерывного и полунепрерывного действия. 2. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. 3. Изотермические, адиабатические и политропные реакторы. 4. Конструктивные особенности реакторов.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
6.2	Расчет реакторов. 1. Расчет объема и времени оборота реактора. 2. Тепловой баланс реактора. 3. Энергетическая эффективность реакторов.	2				Плакаты, видеоматериалы для мультимедийного комплекса.	[1-3]	Экзамен.
Итого за 9 семестр		32	16	16				
Всего по дисциплине		66	50	16				

Примерная тематика практических занятий

1. Составления материальных и тепловых балансов технологических процессов и оборудования.
2. Выбор материалов для изготовления химических аппаратов и методов защиты от коррозии.
3. Основные способы обеспечения безопасности оборудования в случае нарушения технологического режима. Расчет предохранительных устройств.
4. Содержание прочностного расчета и требования к его выполнению.
5. Расчет на прочность обечаек и днищ, нагруженных внутренним давлением.
6. Расчет на устойчивость обечаек и днищ, нагруженных внешним давлением.
7. Расчет на прочность обечаек и днищ аппаратов высокого давления.
8. Расчет оборудования периодического действия.
9. Расчет оборудования непрерывного действия.
10. Расчет машин для измельчения твердых материалов.
11. Выбор и расчет питателей и дозаторов.
12. Расчет аппаратов с перемешивающими устройствами.
13. Выбор и расчет фильтров.
14. Расчет насосов.
15. Расчет машин для сжатия и перемещения газов.
16. Трубы, узлы и детали трубопроводов. Расчет и выбор труб и фланцевых соединений.
17. Неразъемные соединения металлов (сварка, пайка, склеивание). Выбор способа соединения и его прочностной расчет.

Итого за 8 семестр – 34 часа

18. Расчет параметров процесса теплообмена.
19. Расчет теплообменников. Технологические аспекты в работе теплообменников.
20. Расчет тепловой изоляции.
21. Расчет ректификационной колонны.
22. Расчет однокорпусной выпарной установки.
23. Расчет выпарной установки с тепловым насосом.
24. Расчет многокорпусной выпарной установки. Сравнительный анализ энергоэффективности рассчитанных выпарных аппаратов.
25. Особенности организации технологического процесса. Анализ путей снижения энергозатрат. Расчет сушильного оборудования.

Итого за 9 семестр – 16 часов

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Изучение устройства и работы регенеративного теплообменника. Безопасность при выполнении лабораторных работ.
2. Исследование теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.
3. Определение коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных

материалов.

4. Исследование кинетики процесса сушки.
5. Изучение работы сушилки виброкипящего слоя.
6. Изучение устройства и принципа действия барабанной сушилки.
7. Изучение конструкций, исследование производительности и равномерности распыла центробежных форсунок.
8. Изучение конструкции и принципа действия фильтр-пресса и барабанного вакуум-фильтра.
9. Изучение конструкции и принципа действия системы пневмотранспорта.

Примерная тематика курсового проектирования

Проект распылительной сушилки с утилизацией тепла отработанного сушильного агента.

Проект барабанной сушилки.

Проект сушилки кипящего слоя.

Проект установки для сушки гранул с утилизацией тепла отработанного сушильного агента.

Проект однокорпусной выпарной установки.

Проект многокорпусной выпарной установки.

Проект выпарной установки с тепловым насосом эжекционного типа.

Проект выпарной установки с тепловым насосом компрессионного типа.

Проект парогенератора.

Проект установки для утилизации тепла газов барабанной печи.

Проект установки утилизации низкопотенциального тепла компрессорного цеха.

Проект установки утилизации тепла отходящих газов печей.

Проект утилизации тепла приточно-вытяжной вентиляции.

Проект рекуператора тепла в производстве серной кислоты.

Проект рекуператора установки подогрева умягченной воды.

Проект рекуператора для утилизации тепла дымовых газов.

Проект ректификационной колонны.

Проект ректификационной колонны с тепловым насосом.

Проект гелионагревательной системы.

Темы групповых занятий по курсовому проектированию

1. Уточнение задания и исходных данных по проекту, составление графика выполнения проекта.
2. Составление аналитического обзора. Источники информации, методы поиска.
3. Критерии оптимизации технических решений. Выбор проектного варианта.
4. Методика технологического расчета оборудования.
5. Методика и последовательность расчета на прочность.
6. Чертежи общего вида и сборочные чертежи.
7. Правила выполнения расчетно-пояснительной записки.
8. Защита курсового проекта.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Наименование дисциплины, изучение которой связано с дисциплинами рабочей программы	Кафедра, которая обеспечивает изучение этой дисциплины	Предложение кафедры о внесении изменений в рабочую программу	Принятое решение кафедры, которая разработала рабочую программу, дата, № протокола
Термодинамика и теплопередача	Кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники		
Энергоэффективные технологии на основе вторичных ресурсов	Кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники		
Теплотехника	Кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники		
Охрана труда	Кафедра безопасности жизнедеятельности		

Зав. кафедрой машин и аппаратов
химических и силикатных производств

П.Е.Вайтехович

Зав. кафедрой энергосбережения,
гидравлики и теплотехники

В.И.Володин

Зав. кафедрой безопасности
жизнедеятельности

Г.А.Чернушевич

Перечень рекомендуемой литературы

Основная

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Альянс, 2004.
2. Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтепереработки. – М.: Альфа-М., 2006.
3. Чернобыльский И.И. и др. Машины и аппараты химических производств. – М.: Машиностроение, 1975.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 2004.
5. Боровик А.А., Протасов С.К., Марков В.А. Процессы и аппараты химической технологии. Сборник примеров и задач. Часть 1. Техническая гидравлика. Гидромеханические процессы. – Минск, БГТУ, 2006.
6. Доманский И. В. и др. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Под общей ред. Соколова В.Н. – Л.: Машиностроение, 1982.
7. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Под ред. Дытнерского Ю.И. – М.: Химия, 1991.

Дополнительная

8. Жужиков В.Л. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1980.
9. Сиденко В. П. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977.
10. Васильцов Э. А., Ушаков В. Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. Справочное пособие. – Л.: Машиностроение, 1979.
11. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Химия, 1970.
12. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. – М.: Химия, 1980.
13. Шкоропад Д. Е., Новиков О.П. Центрифуги и сепараторы для химических производств. – М.: Химия, 1987.
14. Александров И.А. Ректификационные и адсорбционные аппараты. – М.: Химия, 1978.
15. Лашинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов. Справочник. – М.: Машиностроение, 1981.
16. Клинов И.Я. Химическое оборудование в коррозионностойком исполнении. Справочник. – М.: Машиностроение. 1970.
17. Шаповалов Ю.Н., Шейн В.С. Машины и аппараты биохимического назначения. Учебное пособие. – Воронеж: изд-во ВГУ, 1981.
18. Плехов И.М., Левданский Э.И., Борщевский Л.Ф. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Тепловые установки стекольных, керамических и химических предприятий”. Часть 1-3. Минск: БТИ, 1983.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
На 201__/201__ учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
МиАХиСП (протокол № ____ от _____ 201 г.)

Зав. кафедрой
доцент, к.т.н.

П.Е.Вайтехович

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ТТЛП
доцент, к.т.н.

В.Н.Лой