

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 27.04.2022 16:32:00  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

## **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Направленность программы бакалавриата

"Материаловедение и технологии конструкционных и функциональных материалов"

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

Санкт-Петербург

2016

Б1.В.01

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент В. В. Фомин

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов  
протокол от «\_\_\_» \_\_ 2016 №  
Заведующий кафедрой

О.М. Флисюк

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_  
Председатель

А. Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		Профессор Тагильцева Н.О.
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ. ....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.</b>	<b>4</b>
<b>3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	5
4.2. Занятия лекционного типа. ....	6
4.3. Занятия семинарского типа. ....	6
4.3.1. Семинары, практические занятия. ....	6
4.3.2. Лабораторные занятия. ....	7
4.4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ. ....	8
<b>5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>8</b>
<b>6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....</b>	<b>9</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>10</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>10</b>
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ. ....</b>	<b>11</b>
<b>11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ. ....</b>	<b>11</b>
<b>12. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ. ....</b>	<b>11</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>12</b>

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-9	Готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	<b>Знать:</b> устройство и принцип действия типового оборудования химической промышленности <b>Уметь:</b> определить возникшую неисправность и организовать проведение ремонта
ПК-12	Готовностью работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	<b>Знать:</b> правила техники безопасности, пожарной безопасности <b>Уметь:</b> выбрать соответствующую аппаратуру с учетом ее эффективности, стоимости и безопасности
ОПК-3	Готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> Фундаментальные основы математики, физики, химии и физической химии, а также инженерные науки <b>Уметь:</b> Пользоваться полученными знаниями в своей профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к вариативной части (Б1.В.О1) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика», «Физическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>78</b>
занятия лекционного типа	18

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>30</b>
<b>Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, коллоквиум)</b>	Кр (1)
<b>Форма промежуточной аттестации (КП, зачет, экзамен)</b>	зачет, экзамен (36)

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Гидромеханические процессы	8	8	18	12	<b>ПК-9, ПК-12</b>
2	Тепловые процессы.	10	10	18	18	<b>ПК-9, ПК-12</b>

## 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Моделирование химико-технологических процессов.</u> Общие сведения о моделировании. Значение моделирования при исследовании и проектировании химико-технологических процессов.	4	Слайд-презентация
1	<u>Общие вопросы прикладной гидравлики в химической аппаратуре.</u> Основное уравнение гидростатики. Уравнение Бернулли. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов.	4	Слайд-презентация
2	<u>Значение процессов теплообмена в химической промышленности. Виды переноса теплоты, их характеристика. Основы теплопередачи.</u> Дифференциальное уравнение теплопроводности в неподвижной среде. Подobie процессов теплоотдачи. Критериальное уравнение теплоотдачи.	4	Слайд-презентация
2	<u>Теплопередача.</u> Уравнение теплопередачи. Определение средней движущей силы. Моделирование процесса теплопередачи в теплообменной аппаратуре. Методы интенсификации процессов теплоотдачи.	4	Слайд-презентация
2	<u>Методы расчета теплообменной аппаратуры</u>	2	Слайд-презентация

## 4.3. Занятия семинарского типа

### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Техническая гидравлика.</u> Гидростатика. Вязкость. Уравнение Бернулли. Потери давления на трение и местные сопротивления. Затраты энергии на транспортировку жидкостей и газов.	4	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Насосы, вентиляторы.</u> Характеристика насоса, работа насоса на сеть. Рабочая точка.	4	-
2	<u>Теплообмен.</u> Тепловой баланс. Теплопередача. Средняя разность температур. Коэффициент теплопередачи.	2	-
2	<u>Теплообменники.</u> Расчет теплообменника.	6	Слайд-презентация, групповая дискуссия
2	<u>Контрольная работа по основам теплопередачи.</u>	2	-

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Определение режимов течения.</u> Экспериментальное определение режима течения жидкости расчет числа Рейнольдса.	4	
1	<u>Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов.</u> Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений и коэффициента трения.	4	
1	<u>Изучение гидравлики взвешенного слоя.</u> Экспериментальное определение критической скорости газа и скорости уноса.	4	
1	<u>Изучение работы барабанного вакуум-фильтра непрерывного действия.</u> Экспериментальное определение констант фильтрования.	4	
1	<u>Определение скорости витания частиц и коэффициента сопротивления циклона</u> Экспериментальное определение скорости витания различных частиц и зависимости коэффициента сопротивления циклона от скорости газа.	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Определение характеристик центробежного вентилятора.</u> Экспериментальное определение характеристики вентилятора и характеристики сети, нахождение рабочей точки.	4	
2	<u>Изучение процесса теплоотдачи в кожухотрубчатом теплообменнике.</u> Экспериментальное определение зависимости критерия Нуссельта от критерия Рейнольдса для воздуха.	4	
2	<u>Изучение процесса выпаривания в двухкорпусной вакуум-выпарной установке.</u>	4	
2	<u>Коллоквиум 1.</u>	4	

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Транспортировка жидкостей и газов. Насосы и вентиляторы и их конструкции. Высота всасывания и нагнетания.	7	Устный опрос №1
1	Неоднородные системы. Гидромеханические способы их разделения.	7	Устный опрос №1
2	Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Продольное и поперечное обтекание. Теплоотдача при свободном движении.	9	Устный опрос №2
2	Теплоотдача при конденсации и теплоотдача при кипении.	7	Устный опрос №2

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>



## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена в пятом семестре.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Экзамен предусматривают проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает билет, состоящий из двух вопросов из перечня вопросов и задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин, время решения задачи до 50 мин.

Пример варианта экзаменационного билета:

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»	
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Факультет механический Кафедра процессов и аппаратов Курс 3 Семестр 5	
Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии»	
Экзаменационный билет № 1	
<b>1. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики.</b>	
<b>2. Неоднородные системы и гидромеханические методы их разделения.</b>	
<b>3. Задача</b>	
Заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор (подпись, дата)	_____ О.М. Флисюк

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература:

1. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»: учебное пособие для вузов / В.Ф. Фролов. — 2-е изд. – СПб.: Химиздат, 2008. — 608 с.
2. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. — СПб.: Химиздат, 2010. — 544 с.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Лабораторный практикум: учебное пособие / О.М. Флисюк [и др.]. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010.- 142 с.

### б) дополнительная литература:

1. Моделирование технологических процессов: компьютерный практикум / О.М. Флисюк [и др.]. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007. — 46 с.

### в) вспомогательная литература:

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. — 12-е изд.— М.: Альянс, 2005. -750 с.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник для вузов / В.Г. Айнштейн [и др.]; под ред. В.Г. Айнштейна. — М.: Университетская книга; Логос; Физматкнига, 2006.— Кн.1 — 912 с. Кн.2 — 872 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office 2013 sp1 (Microsoft Word, Microsoft Excel);

Mathcad 14;

Autodesk AutoCAD 2015.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть и 14 лабораторных установок.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств**  
**для проведения промежуточной аттестации по**  
**дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
ПК-9	Готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	промежуточный
ПК-12	Готовность работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда	промежуточный
ОПК-3	Готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает теоретические основы технологических процессов, химико-технологические процессы и их аппаратное оформление, основные физико-химические параметры, влияющие на производительность установок. Умеет рассчитывать основные параметры отдельных аппаратов, обосновать выбор технологии и основного оборудования для организации процесса. Владеет навыками анализа вариантов схем проведения процессов.	Правильные ответы на вопросы № 1-29 к экзамену в 5-ом семестре.	ПК-9, ПК-12, ОПК-3

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>2</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №2	<p>Знает теоретические основы технологических процессов, химико-технологические процессы и их аппаратное оформление, основные физико-химические параметры, влияющие на качество продукции и производительность установок.</p> <p>Умеет рассчитывать тепловые балансы соответствующих процессов, рассчитывать основные параметры отдельных аппаратов.</p>	Правильные ответы на вопросы № 1-29 к экзамену в 5-ом семестре.	ПК-9, ПК-12, ОПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **3.1 Экзамен 5 – ый семестр.**

**Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-9, ПК-12, ОПК-3:**

1. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики.
2. Закон вязкого трения. Вязкость ньютоновских и неньютоновских жидкостей.
3. Режимы течения жидкостей. Критерий Рейнольдса.
4. Уравнение неразрывности потока. Уравнения расхода.
5. Дифференциальное уравнение движения ньютоновской жидкости (уравнение Навье-Стокса).
6. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его энергетический смысл.
7. Приложения уравнения Бернулли (Трубка Пито-Прандтля, мерная диафрагма).
8. Расход энергии на транспортировку жидкостей и газов по трубопроводам. Расчет величины требуемой разности давлений создаваемых насосом или вентилятором.
9. Теория подобия – основа физического моделирования. Теоремы подобия.
10. Вывод критериев гидродинамического подобия. Их физический смысл.
11. Гидравлическое сопротивление трения в трубопроводе при ламинарном и турбулентном режимах. Местные сопротивления.
12. Виды переноса теплоты. Закон теплопроводности Фурье.
13. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки.
14. Дифференциальное уравнение переноса теплоты в потоке (Уравнение Фурье-Кирхгофа).
15. Критерии теплового подобия. Их физический смысл.

16. Теплоотдача без фазовых превращений при свободном и вынужденном движении среды. Общий вид критериальных уравнений.
17. Теплоотдача при конденсации пара (Конденсация на вертикальных и на горизонтальных трубках, конденсация в присутствии воздуха).
18. Теплоотдача при кипении жидкости. Критическая тепловая нагрузка.
19. Общее уравнение теплопередачи. Связь между коэффициентами теплоотдачи и теплопередачи.
20. Средняя разность температур в теплообменных аппаратах.
21. Конструкции типовых теплообменных аппаратов.
22. Промышленные теплоносители, их теплотехнические характеристики.
23. Расчет площади поверхности теплопередачи кожухотрубного теплообменника для нагревания жидкости греющим паром.
24. Неоднородные системы и гидромеханические методы их разделения.
25. Разделение неоднородных систем под действием силы тяжести. Пылеосадительные камеры и отстойники.
26. Разделение неоднородных систем под действием центробежной силы. Конструкции циклонов и центрифуг.
27. Способы очистки газов от пыли.
28. Фильтрация. Конструкции фильтров.
29. Способы разделения суспензий.

***Пример варианта задачи***

Определить необходимую мощность воздуходувки при подаче воздуха при общем избыточном давлении 3 кгс/см<sup>2</sup> и температуре 120 °С в количестве 400 м<sup>3</sup>/ч (считая 0 °С и атмосферное давление) по трубопроводу длиной 300 метров и внутренним диаметром 80 мм в закрытый бак, в котором давление на 500 мм рт. ст. больше, чем в начале трубопровода. Имеются два прямоугольных плавных отвода радиусом 0.48 м и прямоточный вентиль. КПД воздуходувки 0.5. Коррозия труб незначительная.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.