

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_19.05.2026

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Системы защиты среды обитания*

**Направление подготовки**

*20.03.01 Техносферная безопасность*

**Профиль подготовки**

*Инжиниринг техносферы и управление безопасностью*

Семестр	Трудоемкость, час./зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	144 / 4	24	16		2,4	0,25	42,65	101,35	Зач.
8	144 / 4	16	16		3,6	2,35	37,95	52,4	Экз.(53,65)
<b>Итого</b>	<b>288 / 8</b>	<b>40</b>	<b>32</b>		<b>6</b>	<b>2,6</b>	<b>80,6</b>	<b>153,75</b>	<b>53,65</b>

Муром, 2026 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов современного естественнонаучного экологического мировоззрения и экологической культуры, приобретение знаний и представлений об основных загрязнителях и способах защиты окружающей среды от вредного воздействия хозяйственной деятельности человека, а также культивирование у студентов представлений о процессах и аппаратах защиты окружающей среды как составной части технологического процесса природопользования.

Основные задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний о процессах, происходящих при образовании твердых, газообразных и жидких отходов, а также при их обезвреживании;
- изучение и классификация методов очистки этих отходов;
- подбор и расчет оборудования для защиты окружающей среды от загрязнения;
- изучение взаимосвязей процессов, происходящих при очистке отдельных загрязнителей;
- ознакомление с научными основами разработки технологических схем защиты окружающей среды.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Системы защиты среды обитания» базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Химия», «Экология», «Физико-химические процессы в техносфере» и др. Знания и умения, полученные в ходе освоения дисциплины являются основой для написания бакалаврской работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;	ОПК-2.1 Оценивает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них	знать основные понятия и определения связанные с вопросами сохранения и безопасности окружающей природной среды, системами защиты среды обитания (ОПК-2.1) уметь оценивать основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия природную среду, методы защиты от них (ОПК-2.1)	тест
	ОПК-2.3 Идентифицирует основные опасности среды обитания человека, оценивает риск их реализации, выбирает методы защиты от опасности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности	знать основные понятия и определения связанные системами защиты среды обитания (ОПК-2.3) знать основные мероприятия по защите окружающей среды от загрязнения (ОПК-2.3) уметь идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивает риск их реализации, выбирает методы защиты от опасности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности (ОПК-2.3)	
ПК-1 Способен разрабатывать проектно-	ПК-1.3 Разрабатывает проектно-конструкторские решения по защите	владеть навыками разработки проектно-конструкторских решений по защите окружающей среды (ПК-	тест

конструкторские решения по защите человека и окружающей среды от воздействий техногенного характера	окружающей среды	1.3)	
---	------------------	------	--

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация			Контроль
1	Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды	7	2	2						23	тестирование
2	Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей	7	14	10						56	тестирование
3	Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей	7	8	4						22,35	тестирование
Всего за семестр		144	24	16				2,4	0,25	101,35	Зач.
4	Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения	8	16	16						52,4	тестирование
Всего за семестр		144	16	16			+	3,6	2,35	52,4	Экз.(53,65)
Итого		288	40	32				6	2,6	153,75	53,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 7

*Раздел 1. Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды*

###### Лекция 1.

Общая характеристика методов и средств защиты среды обитания. Классификация экобиозащитной техники. Основные принципы выбора и применения средств защиты. Основные показатели, необходимые для проектирования и выбора системы защиты (2 часа).

## *Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

### **Лекция 2.**

Классификация методов и аппаратов для очистки аэрозолей. Характеристики систем пылеулавливания. Оборудование для пылеулавливания: пылесадительные камеры; инерционные пылеуловители. Теоретические основы отделения пыли в гравитационных пылеуловителях. Эффективность улавливания пыли в пылесадительных камерах и их применение. Теоретические основы пылеулавливания в инерционных пылеуловителях (2 часа).

### **Лекция 3.**

Циклонные пылеуловители. Конструкции промышленных циклонов: циклоны НИИОГаз; циклоны СИОТ; циклоны ВЦНИИОТ; батарейные циклоны (мультициклоны). Конструктивные особенности циклонов (2 часа).

### **Лекция 4.**

Фильтры. Механизм и теория процесса фильтрования. Типы фильтров и фильтрующих материалов. Волокнистые фильтры, их типы, достоинства и недостатки, применение. Воздушные фильтры их классификация и типы. Воздушные фильтры тонкой очистки (2 часа).

### **Лекция 5.**

Физические основы и теория мокрой очистки газов. Поверхность контакта, гидродинамика пузырьков, капель и пленки. Осаждение взвешенных частиц из газовой струи в пузырьках и на каплях. Преимущества и недостатки метода мокрого пылеулавливания. Классификация и основные характеристики распыляющих и оросительных устройств (2 часа).

### **Лекция 6.**

Типы, конструкции и основы методов расчета мокрых пылеуловителей. Полые форсуночные скрубберы, конструкция и эффективность пылеулавливания. Центробежные газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Скоростные промыватели СИОТ. Пенные скрубберы (2 часа).

### **Лекция 7.**

Газопромыватели ударно-инерционного действия. Скрубберы Дойля. Механические газопромыватели, их классификация. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури). Теоретические основы пылеулавливания в скруббере Вентури. Конструкция скрубберов Вентури. Гидравлическое сопротивление скрубберов Вентури (2 часа).

### **Лекция 8.**

Электрофильтры. Физические основы электрической очистки газов. Типы электрофильтров, конструкции сухих и мокрых электрофильтров. Подбор и расчет электрофильтров (2 часа).

## *Раздел 3. Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей*

### **Лекция 9.**

Классификация процессов очистки газовых выбросов. Методы и средства очистки выбросов от газообразных примесей. Выбор вариантов газоочистки (2 часа).

### **Лекция 10.**

Абсорбционные методы очистки газов. Характеристика абсорбентов. Технология абсорбционной очистки промышленных выбросов. Конструкции и принцип действия абсорберов. Механизм и теория процесса физической абсорбции. Уравнение равновесия между фазами. Регенерация сорбентов (2 часа).

### **Лекция 11.**

Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчетов установок термообезвреживания (2 часа).

### **Лекция 12.**

Методы обезвреживания газовых выбросов автомобильного транспорта. Снижение выбросов двигателей внутреннего сгорания. Нейтрализация выхлопов двигателей внутреннего сгорания. Улавливание аэрозолей, выбрасываемых дизельным двигателем (2 часа).

## **Семестр 8**

### *Раздел 4. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

#### **Лекция 13.**

Системы защиты гидросферы. Классификация методов и аппаратов защиты гидросферы и их основные характеристики. Основные характеристики аппаратов защиты гидросферы. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки (2 часа).

#### **Лекция 14.**

Аппараты для осаждения примесей из сточных вод. Процеживание и отстаивание. Конструкции отстойников, песколовок и осветлителей воды (2 часа).

#### **Лекция 15.**

Конструкции нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы (2 часа).

#### **Лекция 16.**

Фильтрование. Классификация фильтров. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрование через слой осадка. Бытовые фильтры. Физико-химическая очистка вод от нерастворимых загрязнений. Коагуляция и флокуляция. Теоретические основы процессов. Конструкции смесителей: перегородочных, дырчатых, шайбовых вертикальных и механических с пропеллерными или лопастными мешалками. Сооружения коагулирования (2 часа).

#### **Лекция 17.**

Флотационные установки. Распространенные методы флотации с выделением воздуха из раствора: вакуумная, напорная, эрлифтная флотации. Сущность процессов. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Сущность процессов. Конструкции установок. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Биологическая и химическая флотация (2 часа).

#### **Лекция 18.**

Сорбционная и ионообменная очистка сточных вод. Сущность методов и технология очистки. Типы и виды ионообменных смол. Методы регенерации ионообменных смол. Конструкции ионообменных установок. Очистка сточных вод обратным осмосом. Сущность метода и технология очистки (2 часа).

#### **Лекция 19.**

Электрохимические методы очистки сточных вод. Сущность электрохимической очистки, принципиальная технологическая схема. Электрохимические методы переработки высококонцентрированных сточных вод. Электродиализ. Сущность метода и конструкции электродиализных установок (2 часа).

#### **Лекция 20.**

Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации сточных вод. Методы нейтрализации. Суть процессов. Биологическая очистка сточных вод. Сущность метода. Виды бактерий и микроорганизмов, применяемые в биологической очистке. Активный ил. Устройства и сооружения биологической очистки. Аэротенки. Принцип расчета аэротенков. Схемы очистки сточных вод в аэротенках. Конструкция аэротенков, принцип их работы и разновидности (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

## **Семестр 7**

### *Раздел 1. Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды*

#### **Практическое занятие 1**

Организация движения газов. Технологическая схема пылегазоочистки. Параметры и структура проектируемой технологической схемы. Подбор побудителя движения газа (2 часа).

## *Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

### **Практическое занятие 2**

Технологический расчет аппаратов для улавливания пыли под действием силы тяжести. Расчет пылеосадительной камеры (2 часа).

### **Практическое занятие 3**

Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли (2 часа).

### **Практическое занятие 4**

Расчет скруббера и форсунки (2 часа).

### **Практическое занятие 5**

Расчет и выбор газовых фильтров (2 часа).

### **Практическое занятие 6**

Расчет и выбор электрофильтра (2 часа).

## *Раздел 3. Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей*

### **Практическое занятие 7**

Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов. Расчет адсорберов периодического действия (2 часа).

### **Практическое занятие 8**

Расчет процессов и аппаратов адсорбции газов. Расчет абсорбционной колонны (2 часа).

## **Семестр 8**

## *Раздел 4. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

### **Практическое занятие 9**

Технологический расчет аппаратов механической очистки сточных вод. Расчет песколовки и отстойников (2 часа).

### **Практическое занятие 10**

Технологический и конструктивный расчет тонкослойных отстойников периодического действия (2 часа).

### **Практическое занятие 11**

Разделение жидкость-твердое тело центрифугированием. Технологический и конструктивный расчет центрифуг (2 часа).

### **Практическое занятие 12**

Фильтрация сточных вод. Расчет зернистых фильтров (2 часа).

### **Практическое занятие 13**

Флотационная очистка сточных вод (2 часа).

### **Практическое занятие 14**

Экстракционный процесс очистки сточных вод. Расчет вертикального экстрактора (2 часа).

### **Практическое занятие 15**

Электрохимическая очистка сточных вод. Расчет электрокоагулятора (2 часа).

### **Практическое занятие 16**

Биохимическая очистка сточных вод. Расчет аэротенка (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Профилактическое направление защиты атмосферы.
2. Сущность радикального направления защиты атмосферы.
3. Классификация методов и технических средств очистки от пылегазовых выбросов.
4. Сущность механического улавливания пыли. Число Рейнольдса.

5. Схемы наиболее часто применяемых аппаратов гравитационного действия. Принцип их работы.
6. Сущность процесса сухой пылеочистки центробежными осадителями с тангенциальным вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
7. Процесс сухой пылеочистки центробежными осадителями с осевым вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
8. Сущность процесса фильтрования. Виды оборудования. Виды фильтровальных материалов.
9. Сущность процесса мокрой очистки газов от аэрозольных загрязнителей.
10. Группы применяемых аппаратов при мокрой очистке газов.
11. Достоинства и недостатки аппаратов мокрой пылеочистки.
12. Сущность процесса коагуляции. Виды коагуляции.
13. Сущность процесса очистки газов фильтрованием (фильтрация газов через пористую перегородку, тканевые фильтры, волокнистые и зернистые фильтры, фильтры с жесткими пористыми перегородками).
14. Механизмы взаимодействия пылевой частицы с твердым элементом фильтрующего материала.
15. Классификация и сущность методов очистки фильтровальной ткани.
16. Процесс очистки газов электрофильтрами.
17. Классификация электрофильтров. Основные элементы электрофильтров.
18. Стадии процесса электрофильтрации.
19. Классификация и сущность методов очистки газов от химических загрязнителей.
20. Сущность абсорбции жидким поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции применяемых аппаратов.
21. Сущность процесса адсорбции твердым поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции адсорберов.
22. Сущность окислительных методов очистки. Примеры применения методов. Применяемые аппараты и оборудование.
23. Сущность химических методов очистки. Примеры применения методов.
24. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки.
25. Сущность процессов процеживания и отстаивания. Конструкции отстойников, песколовок и осветлителей воды.
26. Конструкции и принцип работы нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы.
27. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрование через слой осадка. Бытовые фильтры.
28. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
29. Флотационные установки.
30. Экстракционные аппараты и установки.
31. Сорбционные и ионообменные установки.
32. Сорбционные и ионообменные установки Мембранные аппараты для очистки сточных вод.
33. Ректификационные установки для очистки сточных вод.
34. Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации. Окисление примесей сточных вод.
35. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
36. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
37. Выпуск и разбавление сточных вод.
38. Методы утилизации, переработки и обезвреживания отходов.
39. Обработка осадка сточных вод. Состав и свойства осадка. Уплотнение и стабилизация осадка. Кондиционирование и обезвоживание осадка сточных вод.

40. Термическая сушка осадка. Сжигание жидких отходов и осадка.
41. Переработка твердых отходов. Машины для механической обработки твердых отходов. Обогащение твердых отходов. Сжигание твердых отходов.
42. Утилизация и ликвидация твердых отходов.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Разработка системы обеспечения экологической безопасности технологического процесса механической обработки детали «вал» на заготовительном участке цеха №5 ОАО «МЗ РИП».
2. Анализ негативного воздействия технологического процесса механической обработки детали «вал» на заготовительном участке цеха №5 ОАО «МЗ РИП» на окружающую природную среду.
3. Анализ и совершенствование действующей системы очистки сточных вод блока очистных сооружений ОАО «МСЗ».

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоемкость, час./ зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экзамен, зачет, зачет с оценкой)
9	108 / 3	4	4		2	0,5	10,5	93,75	Зач.(3,75)
10	180 / 5	8	12		4	2,35	26,35	145	Экз.(8,65)
<b>Итого</b>	<b>288 / 8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>		<b>6</b>	<b>2,85</b>	<b>36,85</b>	<b>238,75</b>	<b>12,4</b>

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация			Контроль
1	Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды	9	2	2					31	устный опрос	
2	Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей	9	2	2					62,75	устный опрос	
Всего за семестр		108	4	4		+		2	0,5	93,75	Зач.(3,75)
3	Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей	10	4	2					25,25	устный опрос	
4	Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения	10	4	10					119,75	устный опрос	
Всего за семестр		180	8	12			+	4	2,35	145	Экз.(8,65)
<b>Итого</b>		<b>288</b>	<b>12</b>	<b>16</b>				<b>6</b>	<b>2,85</b>	<b>238,75</b>	<b>12,4</b>

## 4.2.2. Содержание дисциплины

### 4.2.2.1. Перечень лекций

#### Семестр 9

*Раздел 1. Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды*

##### Лекция 1.

Общая характеристика методов и средств защиты среды обитания. Классификация экобиозащитной техники. Основные принципы выбора и применения средств защиты. Основные показатели, необходимые для проектирования и выбора системы защиты (2 часа).

*Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

##### Лекция 2.

Классификация методов и аппаратов для очистки аэрозолей. Характеристики систем пылеулавливания. Оборудование для пылеулавливания: пылесадительные камеры; инерционные пылеуловители. Теоретические основы отделения пыли в гравитационных пылеуловителях. Эффективность улавливания пыли в пылесадительных камерах и их применение. Теоретические основы пылеулавливания в инерционных пылеуловителях (2 часа).

#### Семестр 10

*Раздел 3. Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей*

##### Лекция 3.

Системы защиты гидросферы. Классификация методов и аппаратов защиты гидросферы и их основные характеристики. Основные характеристики аппаратов защиты гидросферы. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки (2 часа).

##### Лекция 4.

Фильтрование. Классификация фильтров. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрование через слой осадка. Бытовые фильтры. Физико-химическая очистка вод от нерастворимых загрязнений. Коагуляция и флокуляция. Теоретические основы процессов. Конструкции смесителей: перегородочных, дырчатых, шайбовых вертикальных и механических с пропеллерными или лопастными мешалками. Сооружения коагулирования (2 часа).

*Раздел 4. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

##### Лекция 5.

Флотационные установки. Распространенные методы флотации с выделением воздуха из раствора: вакуумная, напорная, эрлифтная флотации. Сущность процессов. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Сущность процессов. Конструкции установок. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Биологическая и химическая флотация (2 часа).

##### Лекция 6.

Сорбционная и ионообменная очистка сточных вод. Сущность методов и технология очистки. Типы и виды ионообменных смол. Методы регенерации ионообменных смол. Конструкции ионообменных установок. Очистка сточных вод обратным осмосом. Сущность метода и технология очистки (2 часа).

### 4.2.2.2. Перечень практических занятий

#### Семестр 9

*Раздел 1. Общие сведения о технологических процессах защиты окружающей среды*

##### Практическое занятие 1.

Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли (2 часа).

*Раздел 2. Основные методы и аппараты очистки отходящих газов от аэрозолей*

##### Практическое занятие 2.

Расчет скруббера и форсунки (2 часа).

## **Семестр 10**

*Раздел 3. Основные процессы и аппараты очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей*

### **Практическое занятие 3.**

Технологический расчет аппаратов механической очистки сточных вод. Расчет песколовки и отстойников (2 часа).

*Раздел 4. Основные методы и аппараты очистки сточных вод от загрязнения*

### **Практическое занятие 4.**

Разделение жидкость-твердое тело центрифугированием. Технологический и конструктивный расчет центрифуг (2 часа).

### **Практическое занятие 5.**

Фильтрация сточных вод. Расчет зернистых фильтров (2 часа).

### **Практическое занятие 6.**

Флотационная очистка сточных вод (2 часа).

### **Практическое занятие 7.**

Экстракционный процесс очистки сточных вод. Расчет вертикального экстрактора (2 часа).

### **Практическое занятие 8.**

Биохимическая очистка сточных вод. Расчет аэротенка (2 часа).

#### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

#### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Профилактическое направление защиты атмосферы.
2. Сущность радикального направления защиты атмосферы.
3. Классификация методов и технических средств очистки от пылегазовых выбросов.
4. Сущность механического улавливания пыли. Число Рейнольдса.
5. Схемы наиболее часто применяемых аппаратов гравитационного действия. Принцип их работы.
6. Сущность процесса сухой пылеочистки центробежными осадителями с тангенциальным вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
7. Процесс сухой пылеочистки центробежными осадителями с осевым вводом газа. Конструкции и работа применяемых аппаратов.
8. Сущность процесса фильтрования. Виды оборудования. Виды фильтровальных материалов.
9. Сущность процесса мокрой очистки газов от аэрозольных загрязнителей.
10. Группы применяемых аппаратов при мокрой очистке газов.
11. Достоинства и недостатки аппаратов мокрой пылеочистки.
12. Сущность процесса коагуляции. Виды коагуляции.
13. Сущность процесса очистки газов фильтрованием (фильтрация газов через пористую перегородку, тканевые фильтры, волокнистые и зернистые фильтры, фильтры с жесткими пористыми перегородками).
14. Механизмы взаимодействия пылевой частицы с твердым элементом фильтрующего материала.
15. Классификация и сущность методов очистки фильтровальной ткани.
16. Процесс очистки газов электрофильтрами.
17. Классификация электрофильтров. Основные элементы электрофильтров.
18. Стадии процесса электрофильтрации.
19. Классификация и сущность методов очистки газов от химических загрязнителей.
20. Сущность абсорбции жидким поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции применяемых аппаратов.

21. Сущность процесса адсорбции твердым поглотителем. Примеры применения метода. Конструкции адсорберов.
  22. Сущность окислительных методов очистки. Примеры применения методов. Применяемые аппараты и оборудование.
  23. Сущность химических методов очистки. Примеры применения методов.
  24. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки.
  25. Сущность процессов процеживания и отстаивания. Конструкции отстойников, песколовок и осветлителей воды.
  26. Конструкции и принцип работы нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных). Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы.
  27. Конструкции фильтров для очистки воды. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры, их конструкция и расчет. Регенерация фильтров. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрация через слой осадка. Бытовые фильтры.
  28. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
  29. Флотационные установки.
  30. Экстракционные аппараты и установки.
  31. Сорбционные и ионообменные установки.
  32. Сорбционные и ионообменные установки Мембранные аппараты для очистки сточных вод.
  33. Ректификационные установки для очистки сточных вод.
  34. Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации. Окисление примесей сточных вод.
  35. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
  36. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
  37. Выпуск и разбавление сточных вод.
  38. Методы утилизации, переработки и обезвреживания отходов.
  39. Обработка осадка сточных вод. Состав и свойства осадка. Уплотнение и стабилизация осадка. Кондиционирование и обезвоживание осадка сточных вод.
  40. Термическая сушка осадка. Сжигание жидких отходов и осадка.
  41. Переработка твердых отходов. Машины для механической обработки твердых отходов. Обогащение твердых отходов. Сжигание твердых отходов.
  42. Утилизация и ликвидация твердых отходов.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Источники и основные виды загрязнителей атмосферы.
2. Генезис пылеобразования. Свойства пылей.
3. Влияние твердых загрязнителей на свойства материалов и состояние атмосферы.
4. Химическое загрязнение атмосферы соединениями серы, азота, углерода.
5. Основы растворимости и поглощения газообразных загрязнителей.
6. Методика выбора направления защиты атмосферы. Содержание профилактического направления.
7. Классификация методов радикальной защиты атмосферы; нормативные основы, учет вида загрязнителей, оценка эффективности очистки.
8. Механическое улавливание пыли; теоретические основы, простейшие аппараты гравитационной очистки.
9. Теоретические основы центробежного осаждения пылевых фракций.
10. Теоретические основы мокрой пылеочистки.
11. Основные направления интенсификации мокрой очистки.

12. Теоретические основы фильтрования газов через пористую перегородку.
13. Технологические особенности очистки газов электрофильтрации.
14. Защита атмосферы от физических воздействий.
15. Общая характеристика методов очистки газов от химических загрязнителей.
16. Абсорбция химических загрязнителей жидким поглотителем.
17. Абсорбция химических загрязнителей твердым поглотителем.
18. Адсорбционная очистка газов от химических загрязнителей.
19. Химические методы очистки газов.
20. Экспертиза и контроль загрязнений атмосферы.
21. Учет загрязнений атмосферы.
22. Методы очистки фильтрованной ткани рукавных фильтров.
23. Особенности конструкций циклонных элементов батарейных циклонов.
24. Санитарно-защитные зоны: нормирование, назначение, конструкции.
25. Климатические характеристики промышленного района: влияние их на организацию атмосфероохранных мероприятий.
26. Регулирование атмосферных выбросов при неблагоприятных метеоусловиях.
27. Технологическая схема пылегазоочистки. Требования, предъявляемые к технологическим схемам пылегазоочистки. Эффективность аппаратов очистки и технологической схемы.
28. Циклоны: особенности конструкции, условия применения, принципы технологического расчета.
29. Групповые циклоны: особенности конструкции, условия применения, принципы технологического расчета.
30. Батарейные циклоны: особенности конструкции, условия применения.
31. Скрубберы: особенности конструкции, разновидности, условия применения, основные положения технологического расчета.
32. Выбор побудителей движения газов в технологиях пылегазоочистки.
33. Аппараты сорбционной очистки газов: разновидности, условия применения.
34. Пенные аппараты: особенности конструкции, условия применения.
35. Абсорберы: конструкции. Типы насадок.
36. Мокрый циклон. Особенности мокрых циклонов. Конструкции, условия применения.
37. Аппараты сухого фильтрования воздушных потоков: типы, конструктивные особенности, условия применения.
38. Рукавные фильтры. Требования, предъявляемые к фильтровальным тканям. Типы и устройства рукавных фильтров.
39. Электрофильтры: условия применения, конструктивные особенности. Технологическая оценка эффективности.
40. Особо опасные химические загрязнители воздуха.
41. Химические методы очистки газов.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Разработка системы обеспечения экологической безопасности технологического процесса механической обработки детали «вал» на заготовительном участке цеха №5 ОАО «МЗ РИП».
2. Анализ негативного воздействия технологического процесса механической обработки детали «вал» на заготовительном участке цеха №5 ОАО «МЗ РИП» на окружающую природную среду.
3. Анализ и совершенствование действующей системы очистки сточных вод блока очистных сооружений ОАО «МСЗ».

## **5. Образовательные технологии**

Использование проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода к изучению дисциплины предусматривает комплексное освоение методов конструирования систем экозащитного оборудования и аппаратов защиты окружающей природной среды.

При проведении аудиторных занятий предполагается использование различных форм обучения:

- пассивная форма (классическая лекция);
- интерактивная форма (использование механизмов взаимодействия с учащимися и контроля усвоения знаний, например, в виде либо “лекции-беседы”, либо “лекции-дискуссии”).

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Ефремов, И. В. Сборник задач, практических заданий по курсу системы защиты среды обитания : учебное пособие / И. В. Ефремов, Е. Л. Горшенина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 116 с. - <http://www.iprbookshop.ru/61404>

2. Системы защиты среды обитания : учебное пособие (практикум) / составители Е. В. Соколова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 136 с. - <http://www.iprbookshop.ru/92595>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Балькин, В.М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания: учебное пособие / В. М. Балькин, Т.Е. Гордеева. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 86 с. - <http://www.iprbookshop.ru/20621>

2. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. - <https://www.iprbookshop.ru/75637>

3. Журнал "Инженерная защита" - <http://territoryengineering.ru/>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>

<http://www.mnr.gov.ru/> - информационный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ

<http://www.gosnadzor.ru/> - информационная база данных Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

##### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

iprbookshop.ru

territoryengineering.ru

consultant.ru

mnr.gov.ru

gosnadzor.ru

mivlgu.ru/iop

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; Персональный компьютер АйТеК, подключенный к сети МИВЛГУ.

Лаборатория экологии, биологии, геологии и геодезии

Микроскоп МБУ-4 № 6015477; весы торсионные № 7893; термометр ртутный стеклянный лабораторный ГОСТ 215-73ТЛ-2; детектор BOSCH PMD 10; нивелир лазерный Bosch GLL; нивелир оптический RGK N-32 – 2 шт.; теодолит оптический 2Т30П – 2 шт.; угломер BOSCH GAM 220 MF; генератор Г4-116; лазерный дальномер RGK D-100; компас горно-геологический Orient DQL-8– 2 шт.; рулетка Fisco TR50/5; установка для определения расхода воздуха в воздуховодах.

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется выполнением заданий по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в учебной аудитории, используя мультимедийное оборудование. Выполнение заданий производится индивидуально в часы, предусмотренные расписанием занятий в соответствии с методическими указаниями к практическим работам. Отчет по практической работе каждый студент выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по оформлению.

Отчет выполняется в рабочей тетради, сдается преподавателю по окончании занятия или в начале следующего занятия. Отчет должен включать пункты:

- название практической работы;
- цель работы;
- оснащение;
- задание;
- порядок работы;
- решение, развернутый ответ, таблица, ответы на контрольные вопросы (в зависимости от задания);
- вывод по работе.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
20.03.01 *Техносферная безопасность* и профилю подготовки *Инжиниринг техносферы и  
управление безопасностью*  
Рабочую программу составил ст. преподаватель *Калиниченко М.В.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 28 от 07.05.2026 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2026 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
Системы защиты среды обитания

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости  
по дисциплине**

Темы для опроса:

7 семестр

1. Какие технологические процессы используются в природоохранных технологиях?
2. Дать характеристику основных видов загрязнения окружающей среды.
3. Перечислить основные нормативы, регламентирующие качество окружающей среды.
4. С помощью каких процессов осуществляется разделение неоднородных и гетерогенных систем?
5. Определить движущие силы теплообменных и массообменных процессов.
6. Перечислить основные физико-химические процессы, применяемые в природоохранных технологиях.
7. Какие основные факторы влияют на скорость химических процессов?
8. Оценить роль отдельных химических процессов в природоохранных технологиях.
9. При участии каких веществ протекают биохимические процессы?
10. От каких факторов зависит эффективность биохимической очистки?
11. Перечислить основные источники загрязнения атмосферы.
12. Какие нормативы лимитируют вредное воздействие на атмосферный воздух?
13. Перечислить пассивные методы защиты атмосферы от загрязнения.
14. Для каких целей и по каким параметрам осуществляется инвентаризация выбросов в атмосферу?
15. Какие основные показатели используются при установлении санитарно-защитных зон предприятий?
16. Какие методы используют для очистки пылегазовых выбросов?
17. Какие аппараты относятся к сухим пылеуловителям?
18. Как устроена и работает пылесадительная камера?
19. Какие циклоны применяют для очистки от пыли?
20. В чем состоит методика расчета циклонов?
21. Почему в батарейных циклонах осаждаются частицы меньшего размера, чем в обычных циклонах?
22. В чем состоит отличие групповых циклонов от батарейных циклонов?
23. Чем отличаются вихревые пылеуловители от циклонов?
24. Для чего предназначены волокнистые фильтры?
25. Для очистки каких газов используются зернистые фильтры?
26. Каков принцип действия мокрых пылеуловителей?
27. Какие существуют типы мокрых пылеуловителей?
28. Как устроены и работают скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури)?
29. Как устроены и работают пылеуловители ударно-инерционного действия?
30. Как устроены и работают пенные пылепромыватели?
31. Какие достоинства и недостатки присущи мокрым пылеуловителям?
32. Какие методы используют для расчетов мокрых пылеуловителей?
33. В чем состоит преимущество центробежных мокрых пылеуловителей перед обычными циклонами?
34. Для улавливания какой пыли используют скрубберы Вентури?
35. В чем состоит принцип действия электрофильтров?
36. Как устроены и работают электрофильтры?
37. Назовите виды и конструкции электрофильтров.
38. Каков порядок технологического расчета электрофильтров?
39. Как зависит эффективность электрофильтров от параметров и условий процессов очистки?

40. Какие методы используют для очистки газовых выбросов?
41. Какими законами описывается равновесие в процессах абсорбции?
42. Что является движущей силой процесса абсорбции?
43. Что выражает материальный баланс процесса абсорбции?
44. Как расположены на фазовой диаграмме линия равновесия и рабочая линия в процессе абсорбции?
45. Как определяются коэффициенты массоотдачи в процессе абсорбции?
46. Что характеризует уравнение массопередачи процесса абсорбции?
47. Какие критерии подобия используются для описания массопередачи в процессах абсорбции?
48. Что выражают число и высота единиц переноса в процессах абсорбции?
49. В каких технологиях очистки газовых выбросов используется абсорбция?
50. Как выражается коэффициент массопередачи при абсорбции?
51. Какие существуют основные конструкции абсорбционных аппаратов?
52. Как устроен и работает абсорбер с насадкой?
53. Какими параметрами характеризуются насадки?
54. От каких параметров зависит гидравлическое сопротивление насадочных абсорберов?
55. Каков порядок технологического расчета насадочного адсорбера?
56. Какие виды тарельчатых абсорберов используют в абсорбционной технике?
57. Каков порядок технологического расчета тарельчатых абсорберов?
58. Как определяется диаметр абсорбера?
59. Как определяется высота насадочного адсорбера?
60. Как определяется число тарелок в абсорбере?
61. Как определяется сопротивление тарелки абсорбера?
62. Как устроена и работает абсорбционная установка?
63. Для очистки каких газовых сред используются адсорбция?
64. Какие существуют типы и конструкции адсорбционных аппаратов?
65. Как устроены и работают адсорберы с неподвижным зернистым адсорбентом?
66. Как устроена и работает адсорбционная установка периодического действия?
67. Каков порядок расчета адсорбера периодического действия?
68. Как производится регенерация адсорбентов?
69. Что входит в тепловой баланс конденсаторов?
70. В каких устройствах осуществляется высокотемпературное окисление горючих газовых примесей?
71. В каких аппаратах осуществляется каталитическая очистка газов?
72. Укажите основные направления по снижению выбросов автомобильного транспорта.
73. Какой из методов обезвреживания газовых выбросов автомобилей наиболее эффективен?

#### 8 семестр

1. Перечислить классы примесей в воде по фазовому и дисперсному состоянию.
2. Для каких целей используется вода в промышленности? Дать определение понятию «сточная вода».
3. Условия выпуска сточных вод в городскую канализацию.
4. Какие существуют методы очистки сточных вод и какова их цель?
5. Назовите методы очистки сточных вод от взвешенных примесей.
6. Какие сооружения применяют для первичной обработки сточных вод?
7. Для каких целей применяются усреднители сточных вод?
8. Какие аппараты применяют для осаждения примесей из сточных вод?
9. Какие аппараты используются для отстаивания вод?
10. Какие имеются пути повышения эффективности процесса отстаивания?
11. Принцип работы гидроциклона.

12. В чем состоит отличие напорных гидроциклонов от открытых?
13. Принцип работы гидроциклона.
14. Чем отличаются центрифуги от гидроциклонов?
15. Чем отличаются жидкостные сепараторы от центрифуг?
16. Какие способы флотации загрязняющих веществ используют в процессах очистки сточных вод?
17. Какие типы зернистых фильтров используют при очистке сточных вод?
18. Как производится расчет жидкостных фильтров?
19. Какие физико-химические методы используют для очистки сточных вод?
20. Объясните механизм коагуляции и назовите наиболее распространенные коагулянты?
21. Какие стадии и аппаратура входят в состав установок для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод?
22. Какие типы флотационных установок используют для очистки сточных вод?
23. Каково назначение смесителей и камер хлопьеобразования?
24. Чем отличается напорная флотация от флотации с механическим диспергированием воздуха в воде?
25. Какой принцип очистки применяется в экстракционных аппаратах?
26. Объясните стадии очистки сточных вод экстракцией.
27. Какие аппараты используют для сорбционной и ионообменной очистки сточных вод?
28. Какой принцип очистки заложен в установки для электрохимической обработки сточных вод?
29. Чем отличаются установки для процессов электрофлотации и электрокоагуляции?
30. Какие мембранные аппараты используют для очистки сточных вод?
31. Перечислите процессы и аппараты, используемые для химической очистки сточных вод?
32. Какие аппараты применяются для окисления примесей сточных вод?
33. Назовите сооружения и аппараты, применяемые для биологической очистки сточных вод?
34. Какие типы аэротенков используют для очистки сточных вод?
35. Объясните принцип работы аэротенков с различной структурой потоков.
36. Чем отличаются окситенки от аэротенков?
37. Как устроены и работают биофильтры?
38. Для каких целей используют сооружения биологической очистки сточных вод в естественных условиях?
39. Укажите основные методы концентрирования сточных вод.
40. Рассмотрите огневой метод обеззараживания сточных вод и схемы установок для его проведения.
41. Какие процессы и аппараты применяют для глубокой очистки (доочистки) сточных вод?
42. Для каких целей используется биологическая денитрификация при доочистке сточных вод?
43. Назовите установки используемые для обезвреживания сточных вод.
44. Какие устройства применяют для насыщения кислородом очищенных сточных вод?
45. Дать определение понятию «отходы».
46. Источники возникновения твердых отходов в материальном производстве.
47. Каким образом собираются и размещаются твердые бытовые отходы?
48. Перечислить методы переработки отходов.
49. Какие аппараты используются для переработки отходов?
50. Чем отличается компактирование отходов от компостирования?
51. Правила размещения отходов.
52. Какие сооружения используются для размещения отходов?

## Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	2 практических работы	24 (7 семестр), 14 (8 семестр)
Рейтинг-контроль 2	3 практических работы	30 (7 семестр), 18 (8 семестр)
Рейтинг-контроль 3	3 практических работы	28 (7 семестр), 18 (8 семестр)
Посещение занятий студентом		8 (7 семестр), 3 (8 семестр)
Дополнительные баллы (бонусы)		2 (7 семестр), 3 (8 семестр)
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		8 (7 семестр), 4 (8 семестр)

### 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

#### Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

#### Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

##### Перечень вопросов к экзамену

1. Сухие пылеуловители. Осадительные камеры и жалюзийные пылеотделители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
2. Механическая очистка сточных вод от нерастворимых загрязнений. Сооружения первичной обработки сточных вод: усреднители; решетки.
3. Сухие пылеуловители. Одиночные циклоны. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
4. Сущность процессов процеживания и отстаивания. Конструкции отстойников, песколовков и осветлителей воды.
5. Батарейные циклоны. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
6. Конструкции и принцип работы нефтеловушек: горизонтальных, многоярусных (тонкослойных).
7. Ротационные пылеуловители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
8. Конструкции и принцип работы гидроциклонов. Центрифуги. Жидкостные сепараторы.
9. Вихревые пылеуловители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
10. Зернистые, песчаные, и сетчатые фильтры для очистки воды. Особенности их конструкций. Способы регенерации фильтров.
11. Радиальный пылеуловитель. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
12. Напорные фильтры, фильтры с полимерной плавающей загрузкой. Фильтрация через слой осадка. Бытовые фильтры.
13. Мокрые пылеуловители. Скруббер Вентури. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
14. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод. Принцип действия. Область применения.
15. Мокрые пылеуловители. Коагуляционно-центробежные пылеуловители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
16. Флотационные установки. Принцип действия. Область применения.

17. Форсуночный и центробежный скрубберы. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
18. Экстракционные аппараты и установки. Принцип действия. Область применения.
19. Барботажно-пенные пылеуловители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
20. Сорбционные и ионообменные установки. Принцип действия. Область применения.
21. Электрофильтры. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
22. Сорбционные и ионообменные установки, мембранные аппараты для очистки сточных вод. Принцип действия. Область применения.
23. Высокоскоростные и низкоскоростные туманоуловители. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
24. Ректификационные установки для очистки сточных вод. Принцип действия. Область применения.
25. Рулонные фильтры для очистки выбросов. Принцип действия. Функциональная схема. Область применения.
26. Химическая очистка сточных вод. Установки для нейтрализации. Принцип действия. Область применения.
27. Рукавные фильтры. Функциональная схема различных конструкций фильтров. Область применения. Способы регенерации фильтровальной ткани.
28. Окисление примесей сточных вод. Принцип действия аппаратов. Функциональная схема. Область применения.
29. Классификация сухих пылеуловителей. Их характеристика. Область применения.
30. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях. Принцип действия аппаратов. Функциональная схема. Область применения.
31. Классификация мокрых пылеуловителей. Их характеристика. Область применения.
32. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в естественных условиях. Принцип действия. Область применения.
33. Адсорбционный метод очистки газо- и парообразных выбросов. Принцип действия аппаратов. Функциональная схема. Область применения.
34. Условия выпуска и разбавления первично очищенных сточных вод.
35. Абсорбционный метод очистки выбросов. Функциональная схема различных конструкций аппаратов. Область применения.
36. Применение хемосорбции для очистки выбросов. Принцип действия аппаратов. Область применения.
37. Каталитический и фотокаталитический методы очистки выбросов. Функциональная схема различных конструкций аппаратов. Область применения.
38. Термический метод очистки выбросов. Принцип действия аппаратов. Область применения.

## Тесты

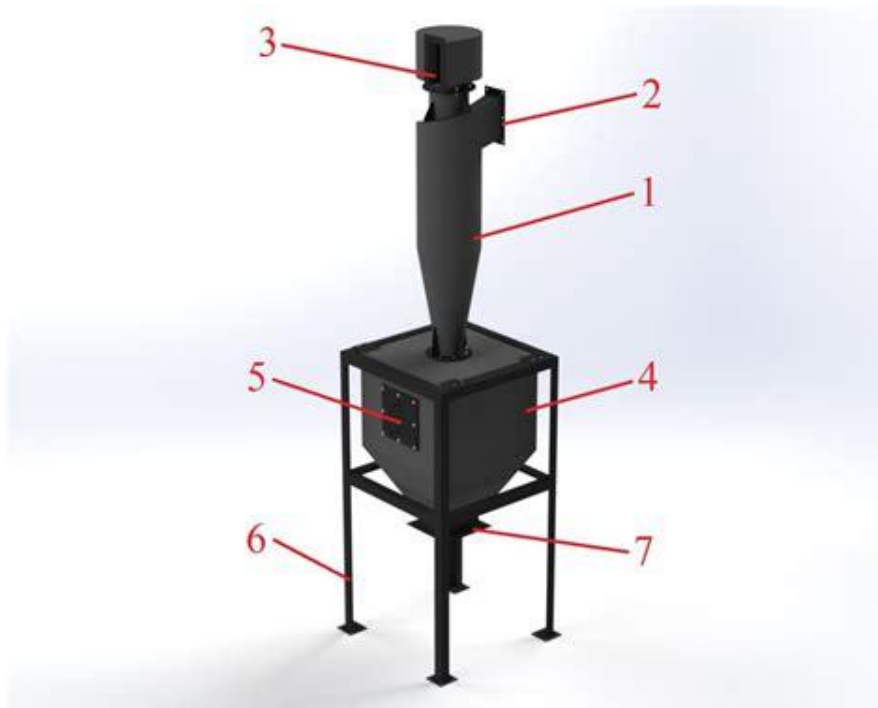
ОПК-2

Блок 1 (знать)

1. Благодаря чему циклонные аппараты являются наиболее распространенным типом сухих механических пылеуловителей:
  - а) дешевизне, простоте устройства и обслуживания;
  - б) малой металлоемкости;
  - в) бесконечным сроком эксплуатации;
  - г) небольшому сопротивлению и высокой производительности.
2. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:

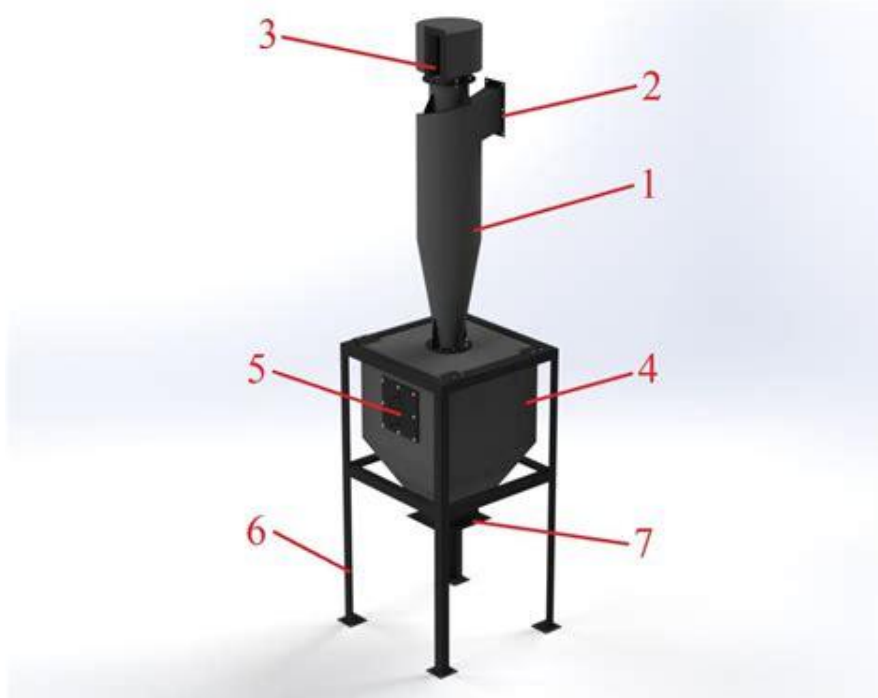
- а) пыль улавливается в сухом виде;
  - б) весьма просты в изготовлении;
  - в) гидравлическое сопротивление близко к нулю;
  - г) все варианты ответов верные.
3. Какие преимущества имеют циклонные пылеуловители:
- а) аппараты успешно работают на высоких давлениях газов;
  - б) отсутствие движущихся частей в аппарате;
  - в) пыль улавливается в мокром виде;
  - г) все варианты ответов верные.
4. Надежное функционирование циклонных аппаратов обеспечивается при температурах газов до:
- а) 50 °С;
  - б) 100 °С;
  - в) 350 °С;
  - г) 500 °С.
5. За счет чего происходит выделение частиц пыли из газового потока:
- а) ускорения свободного падения;
  - б) инерции;
  - в) гравитации;
  - г) все варианты неверные.
6. К какому классу аппаратов относятся циклоны:
- а) мокрые пылеуловители;
  - б) электрофильтры;
  - в) сухие механические пылеуловители;
  - г) фильтрующие аппараты.
7. Из какого количества циклонных элементов может состоять групповой циклон:
- а) 2,4,6,8;
  - б) свыше одного;
  - в) 14;
  - г) 3,5,7,9.
8. Что является отличительной особенностью конструкции батарейного циклона:
- а) общие распределительные и собирающие коллекторы запыленного и очищенного газа соответственно;
  - б) наличие циклонных элементов диаметром свыше 1000 мм;
  - в) наличие циклонных элементов диаметром до 250 мм;
  - г) все варианты ответов верные.
9. Одиночные и групповые циклоны изготавливают:
- а) с левым вращением газового потока;
  - б) вращение газового потока исключено;
  - в) с правым вращением газового потока;
  - г) все перечисленные варианты верные.
10. Чем определяется эффективность очистки газов в циклонных пылеуловителях:
- а) дисперсным составом пыли и плотностью частиц;
  - б) отсутствием агрессивной среды;
  - в) вязкостью очищаемого газа;
  - г) диаметром циклона и скоростью газа в нем.
11. Какую траекторию движения в циклоне имеют очищаемые газы:
- а) прямолинейную;
  - б) синусоидальную;
  - в) спиралевидную;
  - г) газы перемещаются хаотично.
12. Каким образом можно располагать циклонные аппараты:
- а) вертикально;
  - б) наклонно;

- в) горизонтально;
  - г) все перечисленные варианты верные.
13. Какие циклоны получили наибольшее распространение в России:
- а) конструкции СИОТ;
  - б) конструкции ЛИОТ;
  - в) конструкции НИИОгаза;
  - г) все виды.
14. Что является отличительной особенностью циклонов конструкции НИИОгаза:
- а) наклонный входной патрубков;
  - б) короткие цилиндрическая часть и выхлопная труба;
  - в) диаметр цилиндрической части более 500 мм;
  - г) среди перечисленных вариантов нет правильного.
15. Сколько типов цилиндрических циклонов конструкции НИИОгаза существует:
- а) один;
  - б) восемь;
  - в) три;
  - г) два.
16. Как расшифровывается аббревиатура ЦН:
- а) циклон цилиндрический наклонный;
  - б) циклон цилиндрический нагруженный;
  - в) циклон цилиндрический НИИОгаза;
  - г) циклон цилиндрический номинальный.
17. Что обозначает цифра в названии типа циклона ЦН-... :
- а) угол наклона циклона;
  - б) время работы циклона;
  - в) угол наклона входного патрубка относительно горизонта;
  - г) год в котором аппарат был разработан.
18. Какие типы цилиндрических циклонов существуют:
- а) ЦН-11;
  - б) ЦН-15;
  - в) ЦН-20;
  - г) ЦН-24.
19. Любой из размеров каждого типа циклонов может быть выражен:
- а) зависимости от скорости газового потока;
  - б) от количества улавливаемой пыли;
  - в) в долях от диаметра цилиндрической части;
  - г) правильный вариант ответа отсутствует.
20. Что происходит с увеличением размеров циклона:
- а) ускорение газового потока;
  - б) снижение гидравлического сопротивления;
  - в) снижение эффективности;
  - г) все варианты ответов верные.
21. Какого диаметра циклоны типа ЦН применять не рекомендуется:
- а) менее 3000 мм;
  - б) более 1000 мм;
  - в) 500-1000 мм;
  - г) правильный вариант ответа отсутствует.
22. Какой циклон типа ЦН получил наибольшее распространение:
- а) ЦН-11;
  - б) ЦН-15;
  - в) ЦН-20;
  - г) ЦН-24.
23. Что обозначено на данном рисунке цифрой 2:



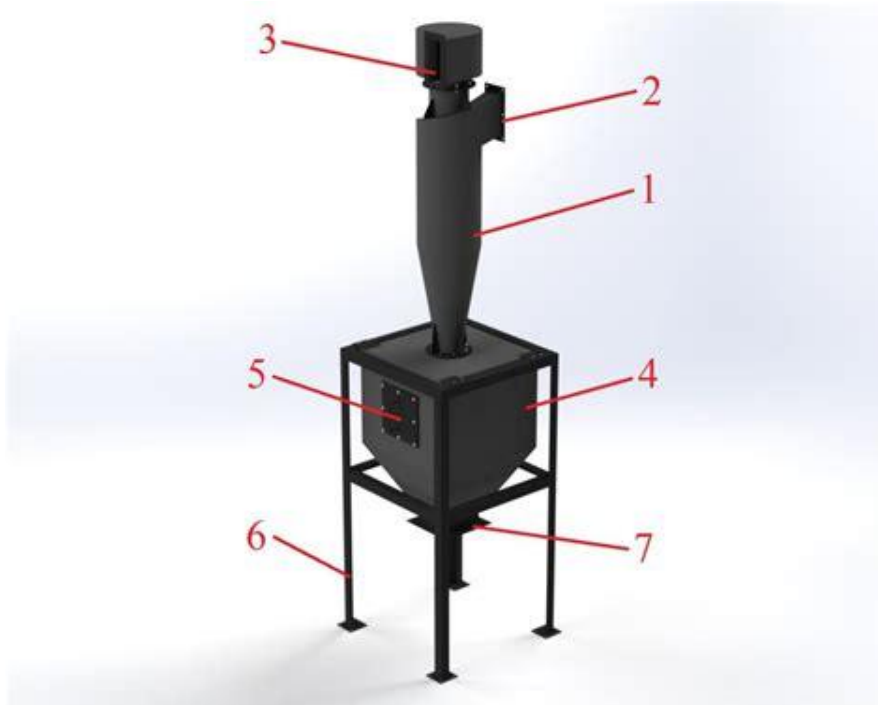
- а) входной патрубок;
- б) выходной патрубок;
- в) цилиндрическая часть;
- г) бункер.

24. Что обозначено на данном рисунке цифрой 3:



- а) входной патрубок;
- б) выходной патрубок;
- в) цилиндрическая часть;
- г) бункер.

25. Что обозначено на данном рисунке цифрой 4:



- а) входной патрубок;
- б) выходной патрубок;
- в) цилиндрическая часть;
- г) бункер.

26. Под действием каких сил происходит выпадение частиц пыли из газового потока в пылеосадительных камерах:

- а) сил инерции;
- б) сил гравитации;
- в) центробежных сил;
- г) все варианты ответов верны.

27. Чем в основном определяется эффективность осаждения частиц в пылеосадительной камере:

- а) временем пребывания;
- б) траекторией движения газового потока;
- в) скоростью движения газового потока;
- г) разностью скоростей газового потока и частиц пыли.

28. К какому классу аппаратов относятся пылеосадительные камеры:

- а) сухие механические пылеуловители;
- б) мокрые пылеуловители;
- в) электрофильтры;
- г) инерционные аппараты.

29. Частицы пыли каких размеров наиболее эффективно улавливаются в пылеосадительных камерах:

- а) менее 5 мкм;
- б) 5-10 мкм;
- в) 10-30 мкм;
- г) 30-50 мкм.

30. Чему равна эффективность улавливания высокодисперсной пыли размером менее 5 мкм в пылеосадительных камерах:

- а) близка к нулю;
- б) составляет около 50%;
- в) близка к 100%;
- г) все варианты неверные.

31. На что необходимо обращать существенное внимание при проектировании пылеосадительных камер:

- а) равномерность распределения газового потока;
- б) качественный состав газовой среды;
- в) природу улавливаемой пыли;
- г) герметичность установки.

32. При изменении какого геометрического параметра пылеосадительной камеры увеличивается ее эффективность:

- а) длины;
- б) высоты;
- в) ширины;
- г) любого из перечисленных параметров.

33. Для увеличения эффективности пылеулавливания в пылеосадительных камерах целесообразно применять:

- а) газораспределительные решетки;
- б) диффузоры;
- в) конфузоры;
- г) барабаны лепесткового типа.

34. Целесообразность применения пылеосадительных камер определяется:

- а) высокой начальной концентрацией пыли;
- б) незначительным объемом очищаемого воздуха;
- в) наличием агрессивной среды;
- г) все перечисленные варианты верные.

35. В качестве каких аппаратов в настоящее время применяются пылеосадительные камеры:

- а) аппаратов тонкой очистки;
- б) аппаратов заключительной стадии фильтрования;
- в) аппаратов предварительной очистки;
- г) все перечисленные варианты верные.

36. К достоинствам пылеосадительных камер относятся:

- а) простота конструкции;
- б) низкая стоимость;
- в) небольшие расходы энергии;
- г) все перечисленные варианты верные.

37. Работа пылеосадительных камер не подвержена влиянию:

- а) температуры;
- б) скорости газового потока;
- в) наличия пыли различного дисперсного состава;
- г) все перечисленные варианты верные.

38. Какое значение имеет рекомендуемая скорость движения газового потока в пылеосадительной камере:

- а) 5-10 м/с;
- б) не более 3 м/с;
- в) свыше 5 м/с;
- г) 3-5 м/с.

39. При проектировании пылеосадительных камер следует учитывать:

- а) возможность вторичного уноса;
- б) толщину стенок камеры;
- в) температурный режим работы камеры;
- г) все перечисленные параметры.

40. Как называется элемент пылеосадительной камеры, в котором осуществляется накапливание улавливаемой пыли:

- а) бункер;
- б) входной патрубок;
- в) диффузор;
- г) компенсатор.

41. В какой части очистных сооружений устанавливаются усреднители?
- на выходе;
  - на входе;
  - в центральной части.
42. Процеживание предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером...
- до 25мм;
  - от 25 до 40мм;
  - более 50мм.
43. Что является основным сооружением для очистки сточных вод?
- решетка;
  - усреднитель;
  - отстойник.
44. В каких случаях применяются барабанные фильтры?
- при очистке вод от нефтепродуктов;
  - при очистке воды от мелкодисперстных примесей;
  - при отсутствии в воде вязких веществ.
45. Какова эффективность очистки воды микрофильтром?
- менее 40%;
  - 40 – 60%;
  - более 70%.
46. На какие три группы делят существующие пылеуловители по способу очистки:
- сухой, мокрой и электрической очистки;
  - сухой, сорбционной и мокрой очистки;
  - электрической, сорбционной и мокрой очистки;
  - электрической, сорбционной и сухой очистки.
47. Какие из представленных типов аппаратов не относятся к группе жидкопленочных мокрых пылеуловителей:
- тарельчатые;
  - адсорберы;
  - ударно-инерционные;
  - скрубберы Вентури.
48. К какой группе относятся следующие аппараты – волокнистые фильтры, тканевые фильтры, зернистые фильтры:
- фильтрующие;
  - промыватели;
  - сорбционные;
  - перечисленные аппараты не входят ни в одну группу.
49. К какой группе относятся следующие аппараты – тарельчатые, инерционные, скрубберы Вентури:
- фильтрующие;
  - промыватели;
  - сорбционные;
  - перечисленные аппараты не входят в одну группу.
50. Физико-химический метод, основанный на поглощении газов и паров твердыми и жидкими поглотителями, в результате чего образуются малолетучие и малорастворимые соединения – это
- абсорбция;
  - хемосорбция;
  - адсорбция;
  - термическая нейтрализация.
51. Метод, используемый тогда, когда очищаемые газы обладают энергией горения - это
- метод хемосорбции;

- б) метод адсорбции;
- в) метод прямого сжигания;
- г) метод термического окисления;
- д) метод каталитического дожигания.

52. Под действием каких сил происходит выпадение частиц пыли из газового потока в пылеосадительных камерах:

- а) сил инерции;
- б) сил гравитации;
- в) центробежных сил;
- г) все варианты ответов верны.

53. Чему равна эффективность улавливания высокодисперсной пыли размером менее 5 мкм в пылеосадительных камерах:

- а) близка к нулю;
- б) составляет около 50%;
- в) близка к 100%;
- г) все варианты неверны.

54. Целесообразность применения пылеосадительных камер определяется:

- а) высокой начальной концентрацией пыли;
- б) незначительным объемом очищаемого воздуха;
- в) наличием агрессивной среды;
- г) все перечисленные варианты верны.

55. Какое значение имеет рекомендуемая скорость движения газового потока в пылеосадительной камере:

- а) 5-10 м/с;
- б) не более 3 м/с;
- в) свыше 5 м/с;
- г) 3-5 м/с.

56. На что необходимо обращать существенное внимание при проектировании пылеосадительных камер:

- а) равномерность распределения газового потока;
- б) качественный состав газовой среды;
- в) природу улавливаемой пыли;
- г) герметичность установки.

57. При проектировании пылеосадительных камер следует учитывать:

- а) возможность вторичного уноса;
- б) толщину стенок камеры;
- в) температурный режим работы камеры;
- г) все перечисленные параметры.

58. Насадочные абсорберы представляют собой колонны, заполненные насадкой – твердыми телами различной формы. Она служит для:

- а) увеличения поверхности контакта соприкасающихся фаз – газа и жидкости;
- б) увеличения поверхности контакта соприкасающихся фаз – твердого тела и жидкости;
- в) увеличения скорости прохождения газа через аппарат;
- г) увеличения времени контакта очищаемого газа и жидкости;
- д) нет правильных вариантов.

59. Барботажные абсорберы разделяют на три основные группы:

- а) со сплошным барботажным слоем, тарельчатого типа, с механическим перемешиванием;
- б) с прерывистым барботажным слоем, пластинчатого типа, с механическим перемешиванием;
- в) цилиндрического типа, с механическим перемешиванием, чашечного типа;
- г) нет правильного ответа.

60. В распыливающих абсорберах контакт между фазами достигается распыливанием или разбрызгиванием жидкости в газовом потоке. Эти абсорберы подразделяются на следующие группы:

- а) форсуночные распыливающие, скоростные прямоточные, механические распыливающие;
- б) форсуночные распыливающие, скоростные газопромыватели с механическим перемешиванием, цилиндрические полые;
- в) цилиндрического типа, с механическим перемешиванием, чашечного типа;
- г) нет правильного ответа.

61. Высокая абсорбционная способность, селективность, низкое давление пара, химическая инертность по отношению к распространенным конструкционным материалам, нетоксичность, огне- и взрывобезопасность, доступность и не высокая стоимость – эти требования предъявляются при выборе:

- а) абсорбента;
- б) адсорбента;
- в) абсорбата;
- г) адсорбата;
- д) аппарата нейтрализации очищаемого газа;
- е) нет правильных ответов.

62. Кольца Рашига, седла типа «Инталокс», седла Берля и кольца Палля применяются в:

- а) насадочных абсорберах;
- б) барбатажных абсорберах;
- в) распыливающих абсорберах;
- г) не применяются в абсорберах;
- д) применяются во всех типах абсорберов.

63. Большинство насадочных абсорберов работает в:

- а) пленочном режиме;
- б) в режиме подвисяния;
- в) в режиме эмульгирования;
- г) в режиме уноса.

64. В тарельчатых абсорберах используются следующие основные группы тарелок:

- а) только перекресного типа;
- б) только с однонаправленным движением газа и жидкости (прямоточные);
- в) только провального (беспереливного) типа;
- г) все перечисленные типы тарелок используются;
- д) нет правильного варианта ответа.

Блок 2 (уметь)

1. Насадки, решетки, диффузоры, сетки и т.п., используемые в реакторах с твердым катализатором, относятся к ..... устройствам газораспределительным

2. Неточная центровка, ненадежное крепление деталей, отсутствие смазки, уплотняющей и охлаждающей жидкости и т.д. приводят к ..... центробежных насосов

3. Разрушающее действие на насос оказывает .....

4. Работа насоса в режиме ..... может вызвать вибрацию

5. При эксплуатации поршневых насосов обслуживающий персонал должен регулярно «прослушивать» работу .....

6. Износ гильзы цилиндра, поломка клапанов, седел и т.д. – это характерные неисправности для ..... насосов

7. Конструктивно различают центробежные и ..... вентиляторы

8. При необходимости подачи или отсоса большого количества воздуха без избыточного напора используют ..... вентиляторы

9. .... установки подразделяют на воздушные и газовые

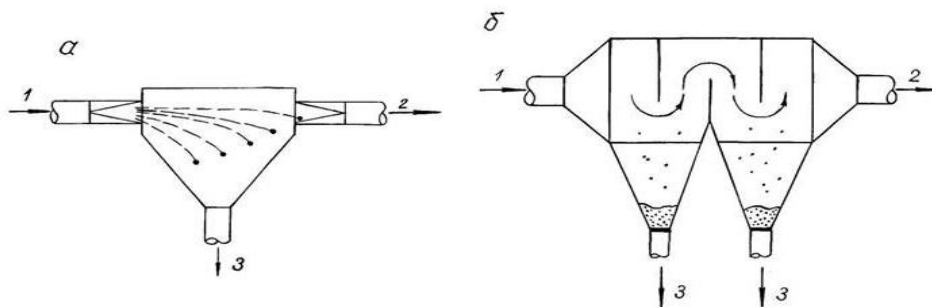
10. Основное требование, обеспечивающее нормальную работу ..... - сохранение их геометрической формы и обеспечение герметичности всех элементов и участков сопряжений
11. Трубопроводы с температурой наружной поверхности стенки более ..... должны быть покрыты изоляцией
12. В самой верхней отметке трубопроводов устанавливают .....
13. В самых низких участках трубопроводов предусматривают .....
14. Состояние арматуры и привода проверяют
  - а) каждый месяц
  - б) раз в год
  - в) каждые три месяца
15. В реакторах с псевдооживленным слоем катализатора наиболее характерным видом износа является .....
16. Наиболее сильно изнашиваются внутренние элементы трубчатых реакторов
  - а) адиабатических реакторов
  - б) реакторов с псевдооживленным слоем катализатора
  - в) реакторов с рубашками и мешалками
17. Скорость разогрева реактора при пуске необходимо поддерживать в установленных пределах для предотвращения
  - а) перегрева сырья
  - б) возникновения температурных деформаций
  - в) роста давления
18. В реакторах-полимеризаторах используют мешалки, снабженные специальными .....
19. Основным условием обеспечения безаварийной эксплуатации реакторов с твердым катализатором является равномерное распределение
  - а) сырья во всех сечениях аппарата
  - б) сырья на входе в аппарат
  - в) катализатора по высоте аппарата
20. Основным недостатком трубчатых реакторов является трудность поддержания температурного режима по
  - а) сечению трубы
  - б) сечению аппарата
  - в) длине трубы
21. Основной недостаток ..... реакторов – сложность регулирования температуры по высоте слоя катализатора
22. Для предотвращения температурных деформаций корпуса в ..... реакторах предусмотрена установка линзовых компенсаторов
  - а) трубчатых
  - б) адиабатических
  - в) реакторах с мешалками
23. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате
  - а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
  - б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
  - в) в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора
24. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в различных аппаратах при проведении процесса
  - а) в жидкой фазе
  - б) с использованием неподвижного слоя катализатора
  - в) с использованием псевдооживленного слоя катализатора
25. Нарушения технологического режима при проведении процессов окисления может привести к .....
26. Превышение допустимых пределов скорости хлорирования может привести к ...

27. Для предотвращения разгерметизации аппаратов, предназначенных для проведения процессов хлорирования, их следует изготавливать из материалов, стойких, в первую очередь
- к воздействию высоких давлений
  - к коррозии
  - к воздействию высоких температур
28. Для улавливания катализаторной пыли внутри аппаратов с псевдоожиженным слоем размещают .....
29. Подача катализатора в реактор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком .....
30. Подача катализатора в регенератор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком .....
31. .... насоса включает разборку, проверку состояния, чистку, сборку и центровку с приводом
32. Нарушение нормальной работы ..... насосов проявляется в падении производительности и развиваемого напора
33. При работе ..... нарушение герметичности можно обнаружить путем замера расхода до и после агрегата, которое не должно превышать 5%
34. Основные опасности при эксплуатации ..... компрессорных установок связаны с повышением давления, температуры и с возможностью образования взрывоопасных смесей
35. Повышенный расход ..... на узлы воздушного компрессора может привести к возникновению аварийной ситуации
36. Важное условие безопасности ..... компрессорных установок – применение только тех марок смазочных масел, которые указаны в паспорте
37. Полная герметичность агрегата, отвод газа после уплотнений и защитная продувка азотом предусмотрены для обеспечения безопасности компрессоров для сжатия углеводородных газов хлора кислорода ацетилен.
38. Ротационные компрессоры с водяным уплотнением рекомендуется использовать для сжатия
- углеводородных газов
  - хлора
  - кислорода
  - ацетилен
39. Причиной забивки циклонов может быть их эксплуатация при температурах ниже .....
40. Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о .....
- выходе из строя механизма встряхивания
  - забивке фильтровальной ткани
  - разрыве рукава
41. Арматура, предназначенная для сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, независимо от температуры и давления должна быть выполнена из
- чугуна
  - титана
  - стали
42. Предупреждающие кольца красного цвета наносят на трубопроводах, предназначенных для перекачивания ..... веществ
- легковоспламеняющихся
  - ядовитых
  - взрывоопасных
43. Для жидкостных реакций, протекающих с большим тепловым эффектом целесообразно использовать реактор
- с турбинными мешалками

- б) с рубашкой  
 в) с встроенными внутренними теплообменниками  
 44. Общий недостаток ..... реакторов - периодичность их работы, связанная с необходимостью регенерации катализатора  
 а) адиабатических  
 б) трубчатых  
 в) с рубашкой и мешалкой  
 г) с псевдооживленным слоем катализатора  
 45. Реакционные аппараты покрывают слоем футеровки  
 а) при проведении высокотемпературных процессов  
 б) при использовании агрессивных сред  
 в) при высоком давлении в аппарате  
 г) для защиты металла от атмосферной коррозии

Блок 3 (владеть)

1. Схема горизонтальных осадительных камер показана на рис. 1. Преимущество осадительной камеры – простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, отсутствие износа, способность производить очистку газа при высоких запыленностях и температурах. Материалом для изготовления камер может служить кирпич, бетон, сталь, дерево.



а – полая; б – с вертикальными перегородками; 1 – запылённый газ; 2 – очищенный газ; 3 –пыль

Рис. 1. Схемы горизонтальных пылесадительных камер

Скорость газа в данных камерах от 1,5 до 2 м/с. Камеры пригодны для улавливания частиц не менее 50 мкм. Степень очистки не превышает 40–50 %. При работе с химически агрессивными газами внутреннюю поверхность камеры обрабатывают специальным покрытием. Использование камер для улавливания взрыво-, пожароопасных пылей не допускается.

Исходные данные:

Пылесадительная камера имеет длину  $L = 10$  м, высоту  $H = 1$  м, ширину  $B = 2$  м. Расход воздуха через камеру  $5 \text{ м}^3/\text{с}$ , плотность частиц  $5,3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ , вязкость газа  $\mu = 22 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

Рассчитайте размер частиц (мкм), улавливаемых в камере с эффективностью 50%

Ответ: \_\_\_\_\_ мкм

2. Температура внутренней поверхности изоляции плоских стенок аппарата равна  $120^\circ\text{C}$ , а наружной поверхности изоляции равна  $40^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности стенок к окружающей среде равна  $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Температура окружающей среды  $20^\circ\text{C}$ . Определить потери теплоты в окружающую среду с  $1 \text{ м}^2$  поверхности, термическое сопротивление в установившихся условиях и толщину изоляции, если ее коэффициент теплопроводности равен  $0,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Какую температуру будет иметь наружная поверхность изоляции, если ее толщину увеличить вдвое? Принять постоянными коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности.

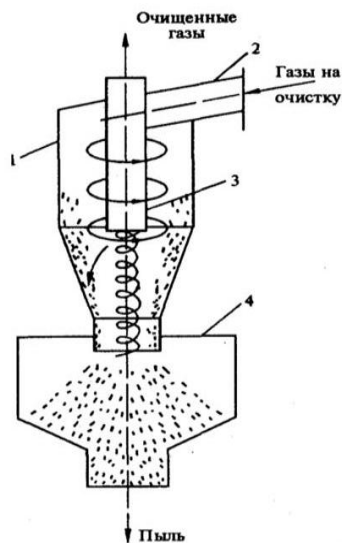
3. В теплообменном аппарате конденсируется  $9500 \text{ кг}/\text{час}$  насыщенного пара бензола за счет отвода тепла через стенку водой с начальной температурой  $10^\circ\text{C}$  и конечной  $38^\circ\text{C}$ . Теплота парообразования бензола при рабочих условиях  $394 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Коэффициент

теплопередачи составляет  $520 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$ , температура кипения бензола  $80^\circ\text{С}$ . Определить расход воды и поверхность теплопередачи. Потерями теплоты пренебречь.

4. В холодильник требуется подать  $2057 \text{ кг}/\text{час}$  азотной кислоты, температурой от  $+105$  до температуры  $+28^\circ\text{С}$ . Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник, с температурой  $+18^\circ\text{С}$  и уходящей из него с температурой  $+25^\circ\text{С}$ . Теплоемкость кислоты  $2,940 \text{ кДж}/(\text{кг}\text{-К})$ . Коэффициент теплоотдачи: от кислоты к стенке аппарата  $400 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$ , от стенки аппарата к воде  $500 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$ . Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений составляет  $0,00136 \text{ м}^2\text{-К}/\text{Вт}$ . Определить расход охлаждающей воды и требуемую поверхность теплопередачи. Тепловыми потерями пренебречь.

5. В кожухотрубчатом кипятильнике в трубах кипит толуол при температуре  $110^\circ\text{С}$  и межтрубном пространстве конденсируется водяной пар при температуре  $120^\circ\text{С}$ . Определить поверхность теплопередачи и расход образующихся паров толуола ( $\text{кг}/\text{час}$ ), если расход водяного пара составляет  $468 \text{ кг}/\text{час}$ , его удельная теплота парообразования  $2208 \text{ кДж}/\text{кг}$ , коэффициент теплопередачи  $495 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{-К})$ , удельная теплота парообразования толуола  $362 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Потери теплоты в окружающую среду принять равными  $4\%$  от полезного расхода теплоты.

6. Очистка газов от примесей происходит в циклонах при наличии двух винтообразных вихревых потоков – внешнего и внутреннего (рис). Радиус внешнего вихря соответствует радиусу корпуса циклона, внутреннего – радиусу выхлопной трубы. Внешний вихрь опускается вниз, затем поворачивается и переходит во внутренний вихрь, поднимаясь вверх.



1 – корпус циклона; 2 – входной патрубков; 3 – труба выхлопная; 4 – бункер

Рис. Схема циклона

В момент поворота внешнего вихря на  $180^\circ$  появляются инерционные силы, которые способствуют выводу уловленной пыли со стенок циклона в бункер. Это относится к циклонам со спиральным входом. Для циклонов с винтовым входом газа одиночного исполнения, установка раскручивателей, в отдельных случаях, приводит к снижению сопротивления циклона.

Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров, мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000.

Бункеры циклонов имеют цилиндрическую форму диаметром  $1,5D$  для цилиндрических и  $1,2D$  для конических циклонов. Высота цилиндрической части бункера составляет  $0,8D$ .

Исходные данные:

- объем очищаемого газа  $Q=17 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- вязкость газа при рабочей температуре  $\mu=22 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ;
- входная концентрация пыли  $C_{\text{вх}}=80 \text{ г}/\text{м}^3$ ;
- требуемая эффективность очистки  $\eta=0,75$ ;

- плотность газа при рабочих условиях  $\rho_r=1,36 \text{ кг/м}^3$ ;
- плотность частиц  $\rho_{\text{ч}}=1650 \text{ кг/м}^3$ .
- тип циклона ЦН-15 без улитки;
- диаметр циклона  $D=2400 \text{ мм}$ .

Определите эффективность очистки циклона \_\_\_\_\_ (%)

7. Приближенное определение эффективности улавливания пыли в циклоне может быть выполнено с помощью номограммы, рис. 1, с учетом типа циклона, его диаметра, гидравлического сопротивления, среднего медианного размера пыли, ее плотности, температуры среды.

А) Определить эффективность очистки циклона ЛИОТ (в%) при следующих условиях: гидравлическое сопротивление 1000 Па; средний медианный размер пыли 8 мкм; плотность пыли 3000 кг/м<sup>3</sup>; диаметр циклона 1000 мм; температура очищаемого газа 400°C.

Б) Определить, каким будет гидравлическое сопротивление циклона ЦН-15у (в Па) при следующих условиях: требуемая эффективность улавливания  $\varepsilon = 75\%$ ; средний медианный размер пыли  $d_{50\tau} = 8 \text{ мкм}$ ; плотность пыли  $\rho = 5000 \text{ кг/м}^3$ ; диаметр циклона 1000 мм, температура газа 400°C.

В) Установлен циклон ЦН-15. Рассчитать целесообразность применения циклона такой марки при данных характеристиках газопылевого потока?

Исходные данные:

- количество очищаемого газа –  $Q=17 \text{ (м}^3/\text{с)}$ ;
- плотность газа при рабочих условиях –  $\rho_r = 1,37 \text{ (кг/м}^3)$ ;
- вязкость газа –  $\mu = 29,6 \times 10^{-6} \text{ (Па} \times \text{с)}$ ;
- плотность частиц пыли –  $\rho_{\text{ч}} = 1700 \text{ (кг/м}^3)$ ;
- дисперсный состав пыли –  $d_{50} = 8 \text{ (мкм)}$ ;
- входная концентрация пыли –  $C_{\text{вх}} = 10 \text{ (г/м}^3)$
- требуемая степень очистки  $\eta = 0,9$ .

8. Нарушение целостности ..... может явиться причиной возможных температурных деформаций корпуса и, как следствие, разгерметизации аппарата

9. Найти соответствие между типом реактора и протекающим в нем процессе

- |   |                        |
|---|------------------------|
| -адиабатический реактор                       | риформинг              |
| -реактор с рубашкой и мешалкой                | кофазный процесс       |
| -реактор с псевдоожиженным слоем катализатора | каталитический крекинг |

10. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы

11. Если стояки циклонных элементов в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора не погружены в слой катализатора, то на их концах устанавливают...

12. Найти соответствие между аппаратами и их эксплуатационными особенностями:

-регенератор с псевдоожиженным слоем	полное	использование
кислорода		

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - реактор с мешалкой | герметизация вала  |
| - циклонные элементы | поддержание столба |

катализатора

- адиабатический реактор	регулирование температуры по высоте слоя катализатора
--------------------------	---

13. Для предотвращения интенсивного износа ... в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора предусмотрена их защита при помощи протекторов

- а) стенок корпуса
- б) криволинейных участков транспортных линий
- в) газораспределительных решеток

14. Найти соответствие между агрегатами и их эксплуатационными особенностями

- а) температура воздуха после каждой ступени сжатия н/б 1700С воздушный компрессор

- б) использование ротационных и центробежных компрессоров, рабочие объемы которых не смазываются маслом компримирование хлора
- в) исключить попадание масла в рабочие объемы кислородный компрессор
- г) температура компримируемого газа н/б 110°C компримирование ацетилена
15. Бронзовые, баббитовые, графитовые поршневые кольца используют в...компрессорах
- а) углеводородных
- б) кислородных
- в) воздушных
- г) аммиачных
16. Найти соответствие между типом пылеуловителя и эксплуатационными особенностями
- б) поддержание температуры газов в допустимых пределах - тканевые фильтры
- в) забивка выходных штуцеров и газоходов - мокрые пылеуловители
- г) захлебывание аппарата в связи с переполнением бункера - циклоны
17. Осевшая пыль постепенно разряжается и удаляется встряхивающим механизмом - электрофильтры
18. Оросители предназначены для равномерного распределения .... По сечению колонны
19. Для распределения пара по сечению колонны используют... решетки
20. Если плотность орошения выше максимальной, то произойдет... насадки
21. Для орошения нижележащих слоев насадки используют ... тарелки
22. Камерные и дифференциально-контактные – это разновидности...экстракторов
23. Взаимодействие легкой и тяжелой фаз происходит в...
24. Туннельные, ленточные, распылительные относятся к ...сушилкам
25. Другое название контактных сушилок -...
26. Подача нагретого воздуха в сушилку осуществляется при помощи...
27. В конвективных сушилках используют
- а) сушильные агенты
- б) токи высокой частоты
- в) обогреваемые перегородки
28. Горячий воздух, топочные или дымовые газы, используемые при сушке называют...
29. -Отработанный воздух перед сбросом в атмосферу следует
- а) осушить
- б) очистить от пыли
- в) охладить
30. Тепло через обогреваемую перегородку передается в...сушилках
- а) конвективных
- б) кондуктивных
- в) сублимационных
31. Что такое абсолютное давление?
- а) давление выше атмосферного
- б) давление атмосферное плюс убыточное
- в) давление атмосферное
- г) давление вакуума
32. Что является движущей силой перемещения жидкости или газа в трубопроводе?
- а) разность давлений
- б) разность напоров
- в) разность концентрации
- г) разность плотностей
33. Какие условия загрязнения являются наиболее опасными для высоких или низких источников.

- а) сочетание приподнятой инверсии, расположенной непосредственно над источником, со слабым ветром при холодных выбросах.
- б) приподнятая инверсия, нижняя граница которой находится над источником выбросов, что увеличивает максимальную приземную концентрацию на 50-100%;
- в) сочетание приземной инверсии со слабым ветром;
- г) приземная инверсия, когда высота трубы выше инверсионного слоя, сочетающаяся наличием штилевого слоя, расположенного ниже источника выбросов, когда на уровне выбросов скорость движения ветра в 1,5-2 раза превышает величину скорости выбросов.
34. Давление, при котором производятся гидравлические испытания, называется .....
35. Наибольшие значения давления, обеспечивающее заданный режим эксплуатации - .....
36. Теплообменники с неподвижными трубными решетками нельзя использовать при разности температур сред более...
37. Теплообменники типа «труба в трубе» используют при разности температур сред не более .....
38. В процессе эксплуатации насадочных колонн может произойти ..... насадки
39. .... колонна представляет собой несколько простых колонн, объединенных в общем корпусе и расположенных одна над другой
40. В динамическом режиме работают ..... тарелки
41. Полная компенсация температурных напряжений обеспечивается в теплообменниках .....
- а) с неподвижными трубными решетками
- б) с U-образными трубами
- в) с плавающей головкой
- г) с компенсатором на кожухе
42. Разделение смесей, состоящих из компонентов с низкими температурами кипения, осуществляют при ..... давлении
- а) повышенном
- б) пониженном
- в) атмосферном
43. Для разделения компонентов с высокими температурами кипения ректификацию проводят при ..... давлении
- а) повышенном
- б) пониженном
- в) атмосферном
44. Крепление S-образных элементов к опорным полосам осуществляют при помощи .....
45. .... части S-образных тарелок должны быть обращены в сторону слива жидкости с тарелки
46. Особенность работы ..... колонн – небольшое гидравлическое сопротивление, что позволяет использовать их в процессах вакуумной ректификации
47. Важнейшим эксплуатационным показателем работы клапанных тарелок является .....
48. Для бесколпачковых тарелок отклонение от горизонтальности должно составлять .....
- а) н/б 3 мм
- б) н/б 1/1000 диаметра колонны
- в) н/м 1/3000 диаметра колонны
49. Наиболее просты по конструкции и в эксплуатации ..... отбойники
50. При работе аб- ад- и десорберов ..... концентрации могут возникнуть при нарушении количественных показателей сырья или при попадании воздуха в аппарат
51. Трубы в печах соединены в единый змеевик при помощи ..... камер

52. Перед использованием газообразного топлива в трубчатых печах из его состава необходимо отделить .....
53. Найти соответствие между типом тарелки и основными эксплуатационными показателями:
- |               |   |
|---------------|---|
| 1. S-образные | А. динамический режим работы                            |
| 2. клапанные  | Б. узкий диапазон нагрузок                              |
| 3. Ситчатые   | В. Точность установки и работа с чистыми жидкостями     |
| 4. решетчатые | Г. колпачковая часть обращена в сторону слива жидкости. |
54. Порядок аварийной остановки печи при ..... – погасить форсунки, прекратить подачу сырья, продуть змеевик паром.
55. Найти соответствие между аппаратами и характерными аварийными ситуациями
- 1) теплообменники жесткой конструкции
  - 2) трубный змеевик
  - 3) абсорбер
  - 4) дымоход трубчатых печей
- А. взрыв  
Б. разгерметизация вследствие температурных деформаций  
В. возгорание сажи  
Г. прогар и возгорание сырья
56. Увеличение ..... свидетельствует о нарушении теплового режима и ухудшении теплопередачи
- а) температуры сырья на выходе из трубного змеевика
  - б) температуры дымовых газов над перевальной стенкой
57. Для предотвращения прогара труб необходимо поддерживать .... в уставленных пределах
58. Путем выжигания кокса проводят ..... катализатора
59. Подача хладагента предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания ..... реакций
60. Подача теплоносителя предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания... реакций
61. К реакторам с ..... слоем катализатора относятся трубчатые и адиабатические
62. .... реакторы представляют собой пустотелые аппараты, заполненные слоем катализатора
63. Аппаратура для проведения процессов хлорирования работает в условиях сильной .....
64. Реакционные аппараты подвержены наибольшему температурным деформациям во время .....
65. Для предотвращения разгерметизации реакционного аппарата со взрывом необходимо предусмотреть установку .....
66. К аппаратам внешней пылеочистки на установках с псевдооживленным слоем катализатора относятся
- а) циклоны
  - б) скрубберы
  - в) электрофильтры
  - г) рукавные фильтры
67. Важнейший параметр, определяющий безопасность эксплуатации реакционных аппаратов - .....
68. .... устройства используют в реакторах, для осуществления реакций в газовой фазе на твердом катализаторе

ПК-1

Блок 1 (знать)

1. Что означает цифра в обозначении циклона ЦН-15:

а) угол наклона входного патрубка относительно горизонта равен 15;

- б) угол наклона входного патрубка относительно вертикали равен 15;  
в) скорость движения воздуха в циклоне не должна превышать 15 м/с;  
г) среди перечисленных вариантов ответа нет правильного.
2. Диаметр одиночных циклонов марки ЦН-15 составляет:  
а) до 1000 мм;  
б) от 1000 мм;  
в) 300-1400 мм;  
г) все варианты ответов неверные.
3. Какое количество циклонных элементов включает групповой циклон:  
а) свыше 8 шт.;  
б) 2-8 шт.;  
в) 3-9 шт.;  
г) все варианты ответов неверные.
4. Диаметр циклонных элементов группового циклона составляет:  
а) 300-1000 мм;  
б) менее 300 мм;  
в) свыше 1000 мм;  
г) все варианты ответов неверные.
5. С каким вращением газового потока изготавливают групповые циклоны:  
а) «левым»;  
б) «правым»;  
в) вращение газового потока отсутствует;  
г) все варианты неверные.
6. С каким вращением газового потока изготавливают одиночные циклоны:  
а) «левым»;  
б) «правым»;  
в) вращение газового потока отсутствует;  
г) все варианты неверные.
7. Групповые циклоны изготавливают с камерой очищенного газа в виде:  
а) «улитки»;  
б) барабана;  
в) сборника;  
г) все варианты ответов верные.
8. Одиночные циклоны изготавливают с камерой очищенного газа в виде:  
а) «улитки»;  
б) барабана;  
в) сборника;  
г) все варианты ответов верные.
9. Бункеры для групповых циклонов могут быть:  
а) цилиндрической формы;  
б) конической формы;  
в) пирамидальной формы;  
г) все перечисленные варианты верные.
10. Бункеры для одиночных циклонов могут быть:  
а) цилиндрической формы;  
б) конической формы;  
в) пирамидальной формы;  
г) все перечисленные варианты верные.
11. Тип опорных лап выбирают в зависимости от:  
а) условий его установки;  
б) выбирают произвольно;  
в) массы аппарата с пылью;  
г) все варианты ответов неверные.
12. Каков верхний температурный предел для очищаемого газа, ОС:

- а) 500;
- б) 350;
- в) 400;
- г) все перечисленные варианты неверные.

13. Коэффициент гидравлического сопротивления для одиночных циклонов составляет:

- а) 182;
- б) 175;
- в) 147;
- г) все перечисленные варианты неверные.

14. Как расшифровывается следующее условное обозначение ЦН-24-500:

- а) циклон НИИОгаза с углом наклона входного патрубка 240 и внутренним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- б) циклон НИИОгаза с углом наклона выходного патрубка 240 и внутренним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- в) циклон НИИОгаза с углом наклона входного патрубка 240 и внешним диаметром цилиндрической части 500 мм;
- г) среди перечисленных вариантов нет правильного.

15. Чему равна допускаемая запыленность очищаемого газа г/м<sup>3</sup>:

- а) для слабослипающихся пылей не должна превышать 1000;
- б) может иметь абсолютно любое значение;
- в) для среднеслипающихся пылей не должна быть менее 250;
- г) среди перечисленных вариантов нет правильного.

Блок 2 (уметь)

1. Что такое свободная поверхность?

- а) поверхность равного давления б) поверхность равной температуры в) поверхность равной концентрации г) любая поверхность

2. От чего зависит режим движения жидкости в трубопроводе?

- а) от скорости движения б) от разности давления в) от шероховатости труб г) от плотности жидкости

3. От чего зависит температура кипения ?

- а) от давления и концентрации б) от вязкости в) от плотности

4. Правильно ли указано соотношение между единицами давления ?

- а)  $1 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , б)  $1 \text{ кг/см}^2 = 735 \text{ мм.рт.ст.} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , в)  $1,033 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па}$  г)  $1 \text{ кг/см}^2 = 1,033 \text{ кгс/см}^2 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$

5. Что такое производительность насоса?

1. Объем жидкости, всасываемой насосом в единицу времени.

2. Масса жидкости, поданной насосом в напорную емкость.

3. Объем жидкости, подаваемой насосом в нагнетательный трубопровод в единицу времени.

4. Сумма объемов жидкости, подаваемой в напорную емкость и теряемой через сальник насоса и неплотности в соединениях трубопроводов.

6. Какое из определений напора является правильным?

1. Напор насоса - удельная энергия, сообщаемая 1 кг. жидкости в насосе и выраженная в м столба перекачиваемой жидкости.

2. Напор насоса - удельная энергия, сообщаемая насосом единице объема перекачиваемой жидкости.

3. Это высота, на которую перекачивают жидкость.

4. Это величина, равная разности давлений в напорной и приемной емкостях.

7. Зависит ли напор насоса от плотности перекачиваемой жидкости?

1. Зависит.

2. Не зависит.

3. Не зависит от плотности, но зависит от вязкости перекачиваемой жидкости.

4. Зависит при перекачивании жидкости тяжелее воды.

8. Произведением, каких величин выражается полезная мощность, сообщаемая жидкости насосом?

Произведением напора насоса на плотность перекачиваемой жидкости.

Произведением напора насоса на весовой расход жидкости

Произведением напора насоса на его объемную производительность

Произведением объемной производительности на удельный вес перекачиваемой жидкости

9. Какие потери учитываются к.п.д. насоса, и из каких частных к.п.д. он состоит?

1. Утечки жидкости и механические потери на трение.

2. К.п.д. насоса учитывает, потери на трение и на местные сопротивления

3. К.п.д. насоса учитывает утечки жидкости, потери напора и потери на механическое трение в насосе. Он является произведением трех к.п.д.: объемного  $\eta_v$ , гидравлического  $\eta_H$  и механического  $\eta_{мех}$

4. К.п.д. насоса представляет собой сумму объемного, гидравлического и механического к.п.д.

10. Как зависит высота всасывания насоса от барометрического давления и температуры перекачиваемой жидкости?

1. Не зависит.

2. Зависит от температуры жидкости, но не зависит от барометрического давления.

3. Возрастает с уменьшением барометрического давления и повышением температуры перекачиваемой жидкости.

4. Уменьшается при снижении барометрического давления и увеличении температуры перекачиваемой жидкости.

11. Зависит ли высота всасывания от потерь напора во всасывающем трубопроводе?

1. Увеличивается с возрастанием потерь напора.

2. Не зависит.

3. Зависит только от потерь напора на трение.

12. К какому типу насосов относятся центробежные насосы?

1. К объемным насосам, т.к. жидкость вытесняется из корпуса насоса в нагнетательный трубопровод лопатками рабочего колеса при его вращении.

2. К лопастным насосам, в которых давление создается центробежной силой, возникающей в жидкости при вращении рабочего колеса с лопастями.

3. К струйным насосам, т.к. давление в этих насосах создается струями жидкости, движущимися от основания лопаток рабочего колеса к их периферии.

4. К осевым насосам, поскольку жидкость в корпусе центробежного насоса движется параллельно оси рабочего колеса.

13. Какой основной параметр центробежного насоса определяется с помощью основного уравнения центробежных машин Эйлера?

1. Напор насоса.

2. Теоретическая производительность насоса.

3. Потребляемая мощность насосом.

4. Теоретический напор насоса при бесконечном числе лопаток рабочего колеса.

14. Как влияет угол наклона лопаток (относительно направления вращения рабочего колеса) на величину напора и к.п.д. центробежного насоса.

1. Если лопатки загнуты в направлении вращения рабочего колеса, то напор насоса падает, а к.п.д. – возрастает.

2. Если лопатки загнуты в направлении, противоположном направлению вращения рабочего колеса, то напор насоса уменьшается, но к.п.д. возрастает.

3. Наклон лопаток не влияет на напор и к.п.д. насоса.

4. Наибольшим напором и к.п.д. будет обладать насос с прямыми лопатками.

15. Как изменятся производительность, напор и потребляемая мощность насоса, если число оборотов рабочего колеса увеличивается вдвое?

1. Производительность, напор и потребляемая мощность не изменятся.

2.Производительность, напор и потребляемая мощность возрастут пропорционально числу оборотов.

3.Производительность увеличится вдвое, напор – втрое, а потребляемая мощность – в четыре раза.

4.Производительность увеличится вдвое, напор – в четыре раза, потребляемая мощность – в восемь раз.

16. Укажите, как изменяется напор центробежного насоса с увеличением его производительности?

1.Напор насоса уменьшается.

2.Напор насоса возрастает.

3.Напор насоса не изменяется.

4.Напор насоса проходит через максимум.

17. Целесообразно ли пускать центробежный насос при закрытой задвижке на напорном трубопроводе.

1.Центробежный насос целесообразно пускать при открытой задвижке, т.к. это сразу обеспечит расчетную производительность.

2.Центробежный насос целесообразно пускать при закрытой задвижке, потому что при нулевой производительности насоса, как следует из характеристики, его к.п.д. равен нулю.

3.Целесообразно, т.к. при закрытой напорной задвижке, т.е. при нулевой производительности, насос потребляет наименьшую мощность, которая постепенно возрастает по мере открытия задвижки.

4.Центробежные насосы, так же как и поршневые, нельзя пускать при закрытой напорной задвижке из-за чрезмерного возрастания давления, создаваемого насосом.

18. Как определяется производительность насоса, работающего на данную сеть (систему трубопроводов и аппаратов, по которым перекачивается жидкость)?

1.Производительность насоса при работе его на данную сеть определяется по точке пересечения характеристики  $H - Q$  насоса с характеристикой сети, построенной в тех же координатах.

2.Рабочая производительность насоса определяется на характеристике  $H - Q$  насоса по максимальному значению к.п.д.

3.Рабочая производительность насоса определяется на характеристике  $H - Q$  насоса точкой, соответствующей минимальной потребляемой мощности.

4.Рабочая производительность насоса определяется по точке пересечения характеристик  $H - Q$  и  $N_e - Q$ .

19. С какой целью применяют многоступенчатые центробежные насосы?

1.Для увеличения производительности.

2.Для увеличения напора.

3.Для снижения потребляемой мощности.

4.Для регулировки подачи насоса.

20. Для какой цели применяется параллельная работа центробежных насосов на общий трубопровод?

1.Для увеличения напора перекачиваемой жидкости.

2.Для увеличения производительности, если характеристика сети является полой.

3.Для увеличения производительности, если характеристика сети является крутой.

4.Для снижения расхода энергии на перекачивание.

21. С какой целью применяют последовательное соединение насосов.

1.Для уменьшения потребляемой мощности.

2.Для увеличения производительности.

3.Для увеличения напора: если характеристика сети является крутой.

22. Для перекачки слабого раствора серной кислоты в количестве  $100 \text{ м}^3/\text{час}$  при давлении  $1 \text{ атм.}$  И температуре  $85^\circ\text{C}$  необходимо подобрать насос. Укажите, какой насос следует выбрать?

1.Пропеллерный (осевой).

2.Шестеренчатый.

3. Центробежный герметический.
4. Поршневой (плунжерный).
23. На каких предприятиях чаще всего используются электромагнитные фильтры?
- химические предприятия;
  - металлообрабатывающие предприятия;
  - горнообогатительные предприятия.
24. Какими способами интенсификации гравитационного отстаивания достигается высокий уровень очистки сточных вод?
- празрация;
  - флотация;
  - биокоагуляция;
  - осветление.
26. Насадки, решетки, диффузоры, сетки и т.п., используемые в реакторах с твердым катализатором, относятся к ..... устройствам газораспределительным
27. Неточная центровка, ненадежное крепление деталей, отсутствие смазки, уплотняющей и охлаждающей жидкости и т.д. приводят к ..... центробежных насосов
28. Разрушающее действие на насос оказывает .....
29. Работа насоса в режиме... может вызвать вибрацию
30. При эксплуатации поршневых насосов обслуживающий персонал должен регулярно «прослушивать» работу .....
31. Износ гильзы цилиндра, поломка клапанов, седел и т.д. – это характерные неисправности для ..... насосов
32. Конструктивно различают центробежные и ..... вентиляторы
33. При необходимости подачи или отсоса большого количества воздуха без избыточного напора используют ..... вентиляторы
34. .... установки подразделяют на воздушные и газовые
35. Основное требование, обеспечивающее нормальную работу ..... - сохранение их геометрической формы и обеспечение герметичности всех элементов и участков сопряжений
36. Трубопроводы с температурой наружной поверхности стенки более ..... должны быть покрыты изоляцией
37. В самой верхней отметке трубопроводов устанавливают .....
38. В самых низких участках трубопроводов предусматривают .....
39. Состояние арматуры и привода проверяют
- каждый месяц
  - раз в год
  - каждые три месяца
40. В реакторах с псевдооживленным слоем катализатора наиболее характерным видом износа является .....
41. Наиболее сильно изнашиваются внутренние элементы
- трубчатых реакторов
  - адиабатических реакторов
  - реакторов с псевдооживленным слоем катализатора
  - реакторов с рубашками и мешалками
42. Скорость разогрева реактора при пуске необходимо поддерживать в установленных пределах для предотвращения
- перегрева сырья
  - возникновения температурных деформаций
  - роста давления
43. В реакторах-полимеризаторах используют мешалки, снабженные специальными .....
44. Основным условием обеспечения безаварийной эксплуатации реакторов с твердым катализатором является равномерное распределение
- сырья во всех сечениях аппарата

- б) сырья на входе в аппарат
- в) катализатора по высоте аппарата
- 45. Основным недостатком трубчатых реакторов является трудность поддержания температурного режима по
  - а) сечению трубы
  - б) сечению аппарата
  - в) длине трубы
- 46. Основной недостаток ..... реакторов – сложность регулирования температуры по высоте слоя катализатора
- 47. Для предотвращения температурных деформаций корпуса в ..... реакторах предусмотрена установка линзовых компенсаторов
  - а) трубчатых
  - б) адиабатических
  - в) реакторах с мешалками
- 48. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате
  - а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
  - б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
  - в) в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора
- 49. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в различных аппаратах при проведении процесса
  - а) в жидкой фазе
  - б) с использованием неподвижного слоя катализатора
  - в) с использованием псевдооживленного слоя катализатора
- 50. Нарушения технологического режима при проведении процессов окисления может привести к .....
- 51. Превышение допустимых пределов скорости хлорирования может привести к ...
- 52. Для предотвращения разгерметизации аппаратов, предназначенных для проведения процессов хлорирования, их следует изготавливать из материалов, стойких, в первую очередь
  - а) к воздействию высоких давлений
  - б) к коррозии
  - в) к воздействию высоких температур
- 53. Для улавливания катализаторной пыли внутри аппаратов с псевдооживленным слоем размещают .....
- 54. Подача катализатора в реактор с псевдооживленным слоем осуществляется потоком .....
- 55. Подача катализатора в регенератор с псевдооживленным слоем осуществляется потоком...
- 56. .... насоса включает разборку, проверку состояния, чистку, сборку и центровку с приводом
- 57. Нарушение нормальной работы ..... насосов проявляется в падении производительности и развиваемого напора
- 58. Потеря полного давления, развиваемого вентилятором по сравнению с паспортной величиной не должна превышать ... %
- 6 3 10
- 59. При работе ..... нарушение герметичности можно обнаружить путем замера расхода до и после агрегата, которое не должно превышать 5%
- 60. Основные опасности при эксплуатации ..... компрессорных установок связаны с повышением давления, температуры и с возможностью образования взрывоопасных смесей
- 61. Повышенный расход ..... на узлы воздушного компрессора может привести к возникновению аварийной ситуации
- 62. Важное условие безопасности ..... компрессорных установок – применение только тех марок смазочных масел, которые указаны в паспорте

63. Полная герметичность агрегата, отвод газа после уплотнений и защитная продувка азотом предусмотрены для обеспечения безопасности компрессоров для сжатия углеводородных газов хлора кислорода ацетилена

Блок 3 (владеть)

1. В вихревом пылеуловителе для предварительного закручивания запыленного газа в камеру (1) встроен лопаточный завихритель типа «розетки» (8). В ходе своего движения вверх к выхлопному патрубку (2) газовый поток подвергается действию вытекающих из завихрителя струй вторичного воздуха, которые придают потоку вращательное движение. Под действием центробежных сил, возникающих при закручивании потока, частицы пыли устремляются к его периферии, откуда спиральными струями вторичного потока перемещаются к низу аппарата в кольцевое межтрубное пространство. Безвозвратный спуск пыли в бункер обеспечивается подпорной шайбой (6). Вторичный воздух в ходе спирального обтекания потока очищаемого газа постепенно проникает в него.

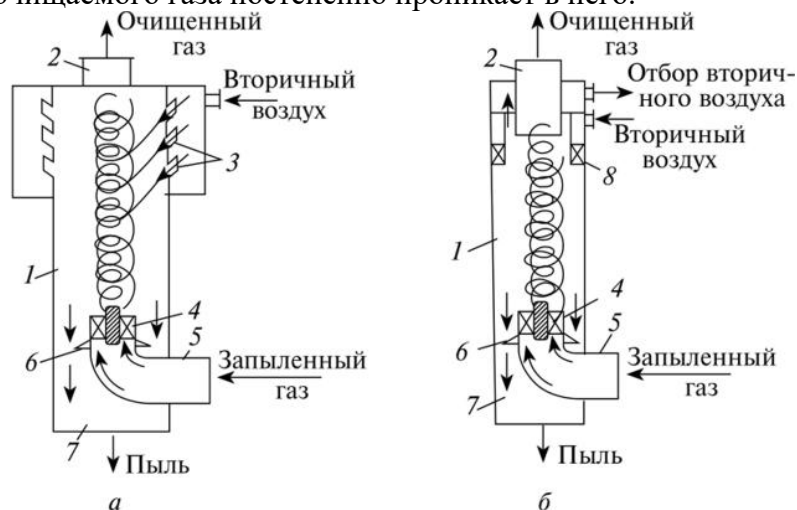


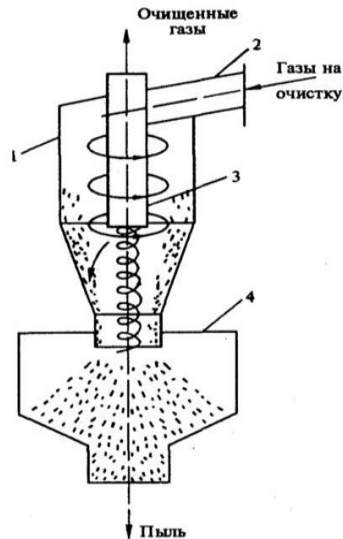
Рис. Вихревой пылеуловитель соплового (а) и лопаточного (б) типа:

1 — камера; 2 — выходной патрубок; 3 — сопла; 4 — лопаточный завихритель типа «розетка»; 5 — входной патрубок; 6 — подпорная шайба; 7 — пылевой бункер; 8 — кольцевой лопаточный

Найдите площадь трубы, подводящий пыльный воздух к вихревому пылеуловителю, если объем запылённого воздуха  $Q=12000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , входная скорость воздуха в аппарат равна 16 м/с. Ответ округлять до второго знака после запятой.

Ответ: \_\_\_\_\_ м<sup>2</sup>

2. Очистка газов от примесей происходит в циклонах при наличии двух винтообразных вихревых потоков – внешнего и внутреннего (рис). Радиус внешнего вихря соответствует радиусу корпуса циклона, внутреннего – радиусу выхлопной трубы. Внешний вихрь опускается вниз, затем поворачивается и переходит во внутренний вихрь, поднимаясь вверх.



1 – корпус циклона; 2 – входной патрубок; 3 – труба выхлопная; 4 – бункер

Рис. Схема циклона

В момент поворота внешнего вихря на  $180^\circ$  появляются инерционные силы, которые способствуют выводу уловленной пыли со стенок циклона в бункер. Это относится к циклонам со спиральным входом. Для циклонов с винтовым входом газа одиночного исполнения, установка раскручивателей, в отдельных случаях, приводит к снижению сопротивления циклона.

Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров, мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000.

Бункеры циклонов имеют цилиндрическую форму диаметром  $1,5D$  для цилиндрических и  $1,2D$  для конических циклонов. Высота цилиндрической части бункера составляет  $0,8D$ .

Исходные данные:

- объем очищаемого газа  $Q=17 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- вязкость газа при рабочей температуре  $\mu=22 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;
- входная концентрация пыли  $C_{\text{вх}}=80 \text{ г}/\text{м}^3$ ;
- требуемая эффективность очистки  $\eta=0,75$ ;
- плотность газа при рабочих условиях  $\rho_{\text{г}}=1,36 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- плотность частиц  $\rho_{\text{ч}}=1650 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- тип циклона ЦН-15 без улитки;
- диаметр циклона  $D=2400 \text{ мм}$ .

Рассчитайте значение гидравлического сопротивления  $\Delta P$

Ответ: \_\_\_\_\_ Па

3. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары аммиака при температуре  $30^\circ\text{C}$ . Расход аммиака  $2200 \text{ кг}/\text{час}$ . Теплота конденсации аммиака  $1146 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Конденсация производится водой, которая нагревается от  $10^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$ . Определить расход охлаждающей воды и поверхность теплопередачи теплообменника. Коэффициент теплоотдачи  $a_1=2550 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;  $a_2=1800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Диаметр труб  $25 \times 2$ . Термическое сопротивление загрязнений стенок  $0,0004 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ . Коэффициент теплопроводности стенок труб  $17,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Потерями тепла пренебречь.

4. В теплообменнике поверхностью  $1,2 \text{ м}^2$  нагревается  $850 \text{ кг}/\text{час}$  жидкости от  $25^\circ\text{C}$  до  $55^\circ\text{C}$  (теплоемкость жидкости  $2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ). Нагревание производится горячей жидкостью с теплоемкостью  $3 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ . Начальная температура горячей жидкости  $85^\circ\text{C}$ , конечная  $55^\circ\text{C}$ . Найти расход нагревающей жидкости и коэффициент теплоотдачи от нагревающей жидкости к стенке, если коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости равен  $500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Термическим сопротивлением стенки, потерями теплоты в окружающую среду и влиянием температуры на теплоемкости жидкостей пренебречь.

5. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары органической жидкости в количестве 766 кг/час без охлаждения конденсата. Теплота парообразования жидкости 394 кДж/кг. Конденсация производится водой, которая нагревается от 20°C до 40°C. Коэффициент теплопередачи составляет 223 Вт/(м<sup>2</sup>-К); коэффициент теплоотдачи от конденсирующихся паров к стенке 500 Вт/(м<sup>2</sup>-К), а от стенки к воде 2000 Вт/(м<sup>2</sup>-К). Определить расход охлаждающей воды и среднюю толщину накипи на стенках трубок, если коэффициент теплопроводности накипи 1Вт/(м-К), а коэффициент теплопроводности стали, из которой изготовлены трубки 46,5 Вт/(м-К). Теплоемкость воды считать не зависящей от температуры. Потерями тепла пренебречь. Толщину стенки принять равной 2 мм.

6. Определить коэффициент теплоотдачи от горизонтальной плиты, обращенной теплоотдающей поверхностью кверху, к окружающему спокойному воздуху. Размеры плиты:  $a \times b = 2 \times 3 \text{ м}^2$ . Температура, поверхности плиты  $t_{\text{ст}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура воздуха  $t_{\text{ж}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

7. В масляном баке температура масла МС-20 поддерживается постоянной с помощью горизонтальных обогревающих труб диаметром  $d = 20 \text{ мм}$ . Определить коэффициент теплоотдачи от поверхности труб к маслу, если температура масла  $t_{\text{ж}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура поверхности труб  $t_{\text{ст}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Расстояние между трубами относительно велико и расчет теплоотдачи можно производить, как для одиночного цилиндра.

8. Скорость газа в данных камерах от 1,5 до 2 м/с. Камеры пригодны для улавливания частиц не менее 50 мкм. Степень очистки не превышает 40–50 %. При работе с химически агрессивными газами внутреннюю поверхность камеры обрабатывают специальным покрытием. Использование камер для улавливания взрыво-, пожароопасных пылей не допускается.

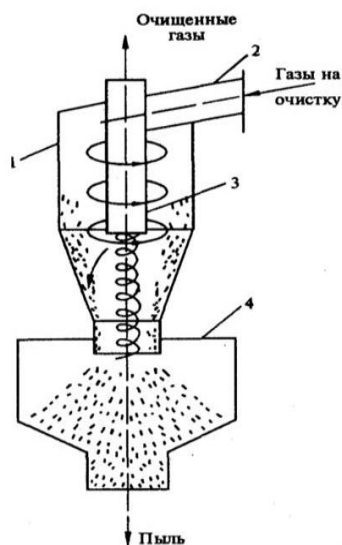
Исходные данные:

Пылеосадительная камера имеет длину  $L = 10 \text{ м}$ , высоту  $H = 1 \text{ м}$ , ширину  $B = 2 \text{ м}$ . Расход воздуха через камеру  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ , плотность частиц  $3650 \text{ кг}/\text{м}^3$ , вязкость газа  $22 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Рассчитайте скорость потока в сечении камеры  $v \text{ (м/с)}$

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

9. Очистка газов от примесей происходит в циклонах при наличии двух винтообразных вихревых потоков – внешнего и внутреннего (рис). Радиус внешнего вихря соответствует радиусу корпуса циклона, внутреннего – радиусу выхлопной трубы. Внешний вихрь опускается вниз, затем поворачивается и переходит во внутренний вихрь, поднимаясь вверх.



1 – корпус циклона; 2 – входной патрубок; 3 – труба выхлопная; 4 – бункер

Рис. Схема циклона

В момент поворота внешнего вихря на 180° появляются инерционные силы, которые способствуют выводу уловленной пыли со стенок циклона в бункер. Это относится к циклонам со спиральным входом. Для циклонов с винтовым входом газа одиночного исполнения, установка раскручивателей, в отдельных случаях, приводит к снижению сопротивления циклона.

Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров, мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400, 3000.

Бункеры циклонов имеют цилиндрическую форму диаметром  $1,5D$  для цилиндрических и  $1,2D$  для конических циклонов. Высота цилиндрической части бункера составляет  $0,8D$ .

Исходные данные:

- объем очищаемого газа  $Q=17 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- вязкость газа при рабочей температуре  $\mu=22 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;
- входная концентрация пыли  $C_{вх}=80 \text{ г}/\text{м}^3$ ;
- требуемая эффективность очистки  $\eta=0,75$ ;
- плотность газа при рабочих условиях  $\rho_{г}=1,36 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- плотность частиц  $\rho_{ч}=1650 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- тип циклона ЦН-15.

Рассчитайте диаметр циклона (мм) (т.е. подобрать серийную модель)

Ответ: \_\_\_\_\_ мм

10. Тонкая пластина длиной  $L = 2 \text{ м}$  и шириной  $b = 1,5 \text{ м}$  обтекается продольным потоком воздуха. Скорость и температура набегающего потока равны соответственно  $w_0 = 3 \text{ м}/\text{с}$ ;  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура поверхности пластины  $t_{ст} = 9^\circ\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи и количество тепла, отдаваемое пластиной воздуху.

11. Коэффициент теплоотдачи при конденсации чистого водяного пара в трубках вертикального конденсатора  $\alpha_{конд} = 8460 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$ . Содержание воздуха в парогазовой смеси  $y = 81\% \text{ масс}$ . Определить коэффициент теплоотдачи при конденсации парогазовой смеси.

12. Определить теплоту дегидратации раствора NaOH, если в процессе выпаривания концентрация его меняется от  $14\% \text{ масс}$ , до  $17,5\% \text{ масс}$ . Расход исходного раствора  $G = 22,22 \text{ кг}/\text{с}$ .

13. Определить расход охлаждающей воды для конденсации  $W = 5,233 \text{ кг}/\text{с}$  пара при давлении  $P = 0,2 \text{ ат}$ . Температура охлаждающей воды  $t_n = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ .

14. Определить число единиц переноса при ректификации смеси толуол-этилбензол. Расход исходной смеси  $F = 0,0188 \text{ кмоль}/\text{с}$ ; расход дистиллята  $D = 0,00381 \text{ кмоль}/\text{с}$ ; флегмовое число  $R = 5$ ; расход пара в колонне  $G = 0,0229 \text{ кмоль}/\text{с}$ ; расход жидкости в верхней части колонны  $L_B = 0,0191 \text{ кмоль}/\text{с}$ ; расход жидкости в нижней части  $L_H = 0,0378 \text{ кмоль}/\text{с}$ . Концентрация исходной смеси  $x_f = 0,2 \text{ мол. дол.}$ ; дистиллята  $x_d = 0,98 \text{ мол. дол.}$ ; кубового остатка  $x_w = 0,002 \text{ мол. дол.}$  Давление в колонне  $P = 120 \text{ мм рт. ст.}$

### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических и лабораторных работ, защита курсовой работы. По итогам контрольного тестирования с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента выставляется экзаменационная оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

- Достоинствами аппаратов мокрой очистки газов являются
- возможность наряду с пылевидными загрязнителями одновременно улавливать парообразные и газообразные компоненты
  - в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозийными материалами
  - возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах

- выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод, т.е. с удорожанием процесса

При проектировании пылеосадительных камер следует учитывать

- все перечисленные параметры
- температурный режим работы камеры
- толщину стенок камеры
- возможность вторичного уноса

Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о \_\_\_\_\_

- выходе из строя механизма встряхивания
- забивке фильтровальной ткани
- переполнении бункера для приема пыли
- разрыве рукава

Улавливание пыли в пылеосадительных камерах происходит за счет ..... сил

Частицы пыли, каких размеров наиболее эффективно улавливаются в пылеосадительных камерах? Ответ: более ..... мкм.

На предприятии осуществляется технологический процесс помола сырья. Технологическая операция производится в мельнице для помола. При этом объем загрязненного воздуха составляет 0,35 м<sup>3</sup>/кг продукта. В час предприятие производит помол 5,23 т сырья. Концентрация пыли в выбросах составляет 65 г/м<sup>3</sup>. Рассчитайте максимальный выброс пыли от оборудования (г/сек).

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=234&category=27159%2C5853&qshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.