Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 15:42:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы и аппараты очистки атмосферы»

Направление подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль «Безотходные производственные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты очистки атмосферы» является:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- подготовка бакалавра к выбору и расчёту основных параметров средств защиты окружающей среды и человека от техногенных выбросов, применительно к конкретным условиям, на основе известных методов, технологий и конструкций экозащитной техники

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 образовательной программы (ОП) подготовки бакалавра. Данная дисциплина взаимосвязана логически и содержательно - методически со следующими дисциплинами ОП бакалавра:

Экология

Химия

Промышленная экология

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Таблица 1

Код компетенции	**В результате освоения программы дисциплины обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
1	*2*	*3*
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной дея-	**Знать:** современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека **Уметь:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связан-

	тельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека **Владеть:** навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
ПК-4	Разработка и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	**Знать:** принципы разработки и эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации **Уметь:** разрабатывать и обосновывать планы внедрения новой наиболее экономичной и экологически обоснованной природоохранной техники и технологий в организации **Владеть:** навыками разработки и эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (всего 144 академических часа, 72 часа – аудиторные занятия, в том числе: 36 часов – лекции, 36 часов – практические занятия, 72 часа – (самостоятельная работа) . По дисциплине предусмотрено выполнение курсового проект (КП) в 6-м семестре. Структура и содержание дисциплины по видам работы представлена в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

4.1. Введение. Проблемы защиты атмосферы от выбросов промышленных и коммунальных предприятий, энергетических объектов и систем аспирации. Организованные и неорганизованные выбросы. Классификация загрязнителей газов.

4.2. Отбор газов от источников выбросов. Требования к узлам отвода газа от источников выбросов. Типы укрытий и их характеристики. Методы определения количества пыли и ею фракционного состава в выбросах.

4.3. Подготовка газов к очистке. Требования к газам, поступающим на очистку. Системы охлаждения выбросов. Методы охлаждения и конструкции оборудования.

4.4. Очистка газов от взвешенных частиц

Источники образования взвешенных частиц. Аэрозоли и их основные свойства. Сухие механические пылеуловители: пылеосадительные камеры, инерционные пылеуловители, жалюзийные пылеуловители. Циклоны: одиночные, групповые, батарейные. Вихревые и динамические пылеуловители. Методы

интенсификации работы аппаратов и особенности их эксплуатации. Методики аппаратов сухой механической очистки.

Мокрые пылеуловители (скрубберы). Классификация скрубберов. Основные типы конструкций скрубберов: полые, насадочные, тарельчатые, ударно-инерционного действия, центробежные механические, скоростные (скрубберы Вентури). Конструкции оросителей. Конструкции сепараторов капель, туманоуловителей. Методы интенсификации работы скрубберов и особенности их эксплуатации. Методика выбора типа скруббера.

Технологии очистки газов фильтрованием. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы. Волокнистые фильтры: высокоскоростные и низкоскоростные. Воздушные фильтры. Мокрые фильтры и туманоуловители. Тканевые фильтры: рукавные, кассетные, патронные. Способы регенерации. Зернистые фильтры. Керамические и металлокерамические фильтры. Особенности эксплуатации фильтров. Методика выбора типа фильтра.

Электрическая очистка газов. Коронный разряд, вольтамперные характеристики электрофильтров, унос пыли с осадительных электродов. Классификация электрофильтров: однозонные и двухзонные; сухие и мокрые; полимерные. Коронирующий и осадительные электроды, системы регенерации. Электрическое оборудование электрофильтров. Влияние различных факторов на работу электрофильтров. Эксплуатация электрофильтров.

Методы монтажа и эксплуатации установок и оборудования для сухой очистки выбросов в атмосферу.

4.5. Очистка газов от газо- и парообразных загрязнителей

Технологии абсорбционной очистки газов. Область применения. Конструкции абсорбционных колонн для очистки выбросов от паро- и газообразных загрязнителей.

Адсорбционные методы очистки. Область применения. Характеристики промышленных сорбентов: активные угли, силикагели, полимерные сорбенты. Основные требования, предъявляемые к адсорбентам. Конструкции и методики расчёта аппаратов. Технологии и оборудование для улавливания паров растворителей и осушки газов.

Каталитические методы очистки газов. Область применения, режимы работы. Конструкции каталитических реакторов с неподвижным и псевдоожиженным слоем. Методы расчёта каталитических реакторов такого типа.

Методы монтажа, эксплуатация установок и оборудования для очистки выбросов в атмосферу от газо- и парообразных загрязнителей.

Термические методы обезвреживания выбросов. Область применения, преимущества и недостатки. Конструкции оборудования. Методы монтажа и эксплуатация установок термического обезвреживания.

4.6. Вспомогательное оборудование для систем очистки газов.

Бункера: особенности конструкций и эксплуатации. Устройства для сухого и мокрого пылеудаления. Средства транспортировки пыли. Пневмотранспорт, гидротранспорт. Конструкции оборудования для подогрева и охлаждения отходящих газов. Методы монтажа и эксплуатации вспомогательного оборудования.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, ИХ ОБЪЁМ В ЧАСАХ

№ п/п	Тема	Объём
1.	Основные свойства газов. Основные газовые законы.	4 часа
2.	Охлаждение газов в контактных теплообменниках. Аппараты испарительного и конденсационного охлаждения.	4 часа
3.	Основные свойства взвешенных частиц. Метод определения содержания пыли в воздухе.	4 часа
4.	Выбор, монтаж и обслуживание пылеосадительных камер и центробежных пылеуловителей (циклонов)	4 часа
5.	Выбор, монтаж и обслуживание мокрых пылеуловителей (скрубберов), высокоскоростных и низкоскоростных туманоуловителей	4 часа
6.	Выбор, монтаж и обслуживание рукавных фильтров и электрофильтров	4 часа
7.	Выбор, монтаж и обслуживание аппаратов мокрой очистки выбросов	4 часа
8.	Выбор, монтаж и обслуживание реакторов каталитической очистки (очистка от оксидов азота и серы)	4 часа
9.	Расчёт эффективности отделения очистки газов	4 часа
	ИТОГО:	36 часов

Задания на курсовые проекты приведено в Приложении 4.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Процессы и аппараты очистки атмосферы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных форм проведения групповых, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на практических занятиях;

- выполнение практических расчётных задач, относящихся к соответствующим разделам дисциплины;

- выполнение курсового проекта.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Процессы и аппараты очистки атмосферы» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % объёма аудиторных занятий.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Процессы и аппараты очистки атмосферы».

ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека				
Показатель	**Критерии оценивания**			
1	2	3	4	5
знать: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспе-	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека сво-

чением безопасности человека				бодно оперирует приобретёнными знаниями.
уметь: решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений**:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. Свободно оперирует приобретёнными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности чело-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Обучающийся владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные	Обучающийся частично владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека способностью навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестан-	Обучающийся в полном объеме владеет навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека, свободно применяет получен-

века		затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	дартные ситуации.	ные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-4. Разработка и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации				
знать: разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний о современных устройствах, системах экологической защиты атмосферы и принципах их монтажа, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: разрабатывать и эколого-экономически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать и эколого-экономически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать и эколого-экономически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать и эколого-экономически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать требуемые методы установки и эксплуатации оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в любых ситуациях.
владеть: навыками разработки	Обучающийся не владеет или в недостаточной сте-	Обучающийся владеет навыками разработки и эколого-экономического	Обучающийся частично владеет навыками разработки и	Обучающийся в полном объёме владеет

и эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	пени владеет навыками разработки и эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации в неполном объёме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации способностью навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	методами монтажа и эксплуатации современных устройств и систем защиты атмосферы, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма аттестации: экзамен.

Аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты работы студента на практических занятиях (семинарах), результаты выполнения и защиты лабораторных работ в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Процессы и аппараты очистки атмосферы».

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведен-

	ным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенных в таблицах показателей, допускаются отдельные ошибки, проявляются неполные знания, умения, навыки по ряду показателей, студент испытывает затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенных в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение практических расчётных заданий на практических занятиях;
- выполнение первого этапа курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);
- сдача итогового экзамена по дисциплине.

Курсовой проект посвящён выбору (расчёту) и проектированию оборудования (установки) для очистки газовых выбросов, поступающих в атмосферу. Целью выполнения курсового проекта реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по дисциплине. Этапами выполнения курсового проекта является сбор материала по выданному заданию, расчёт и выбор по ка-

талогам оборудования, выполнение графического листа (чертёж общего вида) , защита курсового проекта комиссии.

Образцы заданий на курсовые проекты, варианты экзаменационных билетов, приведены в Приложении 4.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ветошкин, А.Г. Инженерная зашита окружающей среды от вредных выбросов: В 2-х частях / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 416 с.– Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444180
2. Ветошкин, А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр., доп. и перераб. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 316 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444181
3. Ветошкин, А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 244 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444178

б) Дополнительная литература:

1. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы: Учебное пособие. - М.: Дрофа, 2008. - 239с. - 30 экз.
2. Вальдберг А.Ю., Александров В.П. Фильтры для очистки промышленных газов: Учебное пособие / М.: МГУИЭ, 2009. - 204 с. - 20 экз.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

программное обеспечение не предусмотрено.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При изучении данной дисциплины используются специализированная учебная лаборатория кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» АВ4108, АВ4112, оснащенные лабораторными установками: установка изучения гидродинамики псевдоожиженного слоя, установка изучения гидродинамики тарельчатых и насадочных колонн с различными типами контактных устройств относятся к разделу очистки газовых выбросов. Лекции и практические занятия могут проводиться в аудиториях АВ4509, АВ4510 и АВ4505 (оснащены проектором, экраном, столами, стульями) и в лаборатории АВ4508.

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов:

• обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в

лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;

• подготовку и активную работу на практических занятиях; подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций и рекомендованной учебной литературы.

Методические рекомендации для преподавателя

• глубокое освоение теоретических аспектов тематики курса, ознакомление, переработку литературных источников; составление списка литературы, обязательной для изучения и дополнительной литературы;

• разработку методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала; составление тестовых заданий, контрольных вопросов;

• разработку методики проведения и совершенствование тематики практических работ; использование в практикуме реальных данных;

• разработка методики самостоятельной работы студентов;

• постоянную корректировку структуры, содержания курса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Безотходные технологии химических и нефтехимических производств».

Программу составил
к.т.н., доцент  Ю.Г. Пикулин

Программа утверждена на заседании кафедры «Процессы и аппараты химической технологии» «30» августа 2023 г., протокол № 1/23-24

Заведующий кафедрой ПАХТ
к.х.н., доцент  П.С. Громовых

Руководитель образовательной
программы  И.В. Скопинцев

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты очистки атмосферы» (бакалавры)
20.03.01 «Техносферная безопасность»

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форма аттестации	
				Л.	Пр.	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К. раб.	Э	З
1	Введение. Проблемы защиты воздушного бассейна от выбросов предприятий и систем аспирации	6	1	2	-	-	2		-						
2	Отбор газов от источников выбросов	6	2	2	4	-	6		-						
3	Подготовка газов к очистке	6	3 - 4	4	8	-	10		-	+					
4	Очистка газов от взвешенных частиц	6	5 -10	10	8	-	20		-	+					
5	Очистка газов от газо- и парообразных загрязнителей	6	11 - 16	14	8	-	22		-	+					
6	Вспомогательное оборудование пылеулавливающих установок	6	17- 18	4	8	-	12		-	+					
	Итого:			36	36	-	72		-	КП				экзамен	

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Процессы и аппараты химической технологии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процессы и аппараты очистки атмосферы

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Билеты к экзамену
Темы курсовых проектов
Вопросы для устного опроса
Фонд тестовых заданий

Составитель: к.т.н., доцент Ю.Г. Пикулин

Москва

2023

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ					
ФГОС ВО 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной	**Знать:** современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека **Уметь:** решать типовые задачи в области профессиональной деятельности, связанной с	лекция, самостоятельная работа, практические (семинарские) занятия	УО, Э, Т	**Базовый уровень** - способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения очистки атмосферы, обосновано выбирать известные устройства и системы защиты атмосферы **Повышенный уровень** - способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения очистки атмосферы, обосновано выбирать известные устройства и системы защиты атмосферы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности

		защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека **Владеть:** навыками решения типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека			
ПК-4	Разработка и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	**Знать:** разработку и эколого-экономическое обоснование планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации **Уметь:** разрабатывать и эколого-экономически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации **Владеть:** навыками разработки и эколого-экономического обоснования планов внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	лекция, самостоятельная работа, практические (семинарские) занятия, выполнение курсового проекта	УО, П, Э, Т	**Базовый уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам и лабораторным работам **Повышенный уровень:** способен свободно оперировать приобретёнными умениями, применять их в новых ситуациях

** - Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении 3 к РП.

Приложение 3

Перечень оценочных средств по дисциплине «Процессы и аппараты очистки атмосферы»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
2	Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Выполняется в индивидуальном порядке.	Темы индивидуальных проектов Приложение 4
3	Тесты (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Приложение 4

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ

по дисциплине «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ»

бакалавры

(3 курс, 6 семестр)

Задание № 1

Выбрать и спроектировать циклон для очистки дымовых газов от пыли на основании данных, приведенных в табл. № 1 и № 2.

Обозначения: V - объёмный расход газов (при нормальных условиях); t – температура газов; p – избыточное давление (разрежение) перед циклоном; Z – концентрация пыли на входе в циклон; d_m – медианный диаметр частиц пыли; $lg\sigma_ч$ – среднеквадратичное отклонение размеров частиц пыли; $lg\sigma_\eta$ - среднеквадратичное отклонение в функции распределения фракционных коэффициентов улавливания частиц; $\rho_ч$ – плотность пыли; η – эффективность пылеулавливания.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Таблица №1

Параметры дымовых газов.

№№ варианта	Состав газа, % об.				V, $м^3/ч$ при н.у.	t, °C	Разрежение P, Па	η, не менее
	N_2	CO_2	O_2	H_2O				
1	62	8	3	27	12 000	140	100	0,95
2	65	12	10	13	8 000	150	160	0,96
3	71	11	3	15	10 000	160	200	0,96

Таблица №2

Параметры пыли

№№ варианта	Z, $г/нм^3$	d_m, мкм	$lg\sigma_ч$	$lg\sigma_\eta$	$\rho_ч$, $кг/м^3$
1	10	20	0,30	0,32	2 700
2	20	15	0,35	0, 36	2 400
3	25	20	0,30	0,32	2 100

Литература:

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр». - М., 1992.
4. Андрианов Е.И., Вальдберг А.Ю. Оптимизация решений по сухому отводу пыли из газоочистных аппаратов // Хим. и нефтегазовое машиностроение», 1998, № 7, с. 44-46.

Задание № 2

Выбрать и спроектировать полый скруббер для испарительного охлаждения дымовых газов. На основании данных, приведённых в таблице, определить конечное влагосодержание газов d", температуру газов $t_г$" и расход орошающей жидкости (воды) $G_ж$.

Рассчитать геометрические параметры аппарата. Температура орошающей жидкости $t_ж'$=30 °С, давление газов на входе $p_г'$=101,35 кПа, плотность сухих газов (при н.у.) $\rho_о$=1,2 кг/м$^{3;}$ $C'_г$ - удельная массовая теплоёмкость сухих газов. Орошение аппарата осуществляется механическими форсунками.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Таблица «Параметры охлаждаемых газов»

№№ варианта	V, м^3/ч	V_{H2O}, м^3/ч	d', кг/кг.сух.газа	$t_г'$, °С	$C'_г$, кДж/(кг*К).
4	13 400	200	0,30	750	1,16
5	26 650	800	0,24	700	1,18
6	36 000	1000	0,20	650	1,09
7	53 000	1500	0,16	600	1,12

Обозначения: V –объёмный расход газов (при н.у.); $t_г'$ – начальная температура газов; d' – начальное влагосодержание сухих газов.

Литература:

1. Справочник по пыли- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Егоров Н.Н. Охлаждение газов в скрубберах. - М.: Госхимиздат, 1954
3. Вальдберг А.Ю., Жигун О.В. Расчёт полых форсуночных скрубберов для испарительного охлаждения газов // Хим. и нефтегаз. машиностр., 2008, N1.

Задание № 3

Рассчитать и спроектировать увлажнительно-испарительный скруббер для охлаждения дымовых газов. На основании данных, приведённых в таблице. Абсолютное давление газов на входе в аппарат $p_г'$=97,9 кПа, аппарат орошается оборотной водой с температурой, соответствующей мокрому термометру $t_м$; подпитка осуществляется водой с температурой $t_ж$ = 25 °С; дымовые газы охлаждаются до температуры мокрого термометра $t_м$.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Орошение водой осуществляется механическими форсунками.

Таблица «Параметры охлажденных газов».

№№ варианта	Состав газов, кг/ч				$t_г'$, °С
	N_2	CO_2	O_2	H_2O	
8	7 175	1 330	360	2 260	1 200
9	8 400	910	1 200	800	1 100

Обозначение: $t_г'$ – температура газов на входе.

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Егоров Н.Н. Охлаждение газов в скрубберах. - М.: Госхимиздат, 1954.

Задание № 4 (вариант 10)

Выбрать и спроектировать полый форсуночный скруббер для конденсационного охлаждения газов. Исходные данные (на входе в аппарат): объёмный расход газов, $V_г'$; плотность сухих газов $\rho_г'$; содержание водяных паров V_{H2O}'; температура газов $t_г'$; абсолютное давление газов $P_г'$; удельная массовая теплоемкость сухих газов $C_г$.

На орошение скруббера поступает техническая вода с температурой $t_ж' = 20\ ^oC$; газы охлаждаются до температуры $t_г'' = 35\ ^oC$; вода нагревается до $t_ж'' = 30\ ^oC$.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

№№ варианта	V, $м^3/ч$	V_{H2O}, $м^3/ч$	$P_г'$, $кг/м^3$	t, °C	P, кПа	$C_г$, кДж/(кг*К)
4.1	1518	695	0,472	250	102,8	1,09
4.2	2000	800	0,75	180	100,8	1,04
4.3	1200	450	0,48	280	102,0	1,05
4.4	1800	700	0,38	270	101,1	1,01
4.5	1400	350	0,65	230	103,2	1,07

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Егоров Н.Н. Охлаждение газов в скрубберах. - М.: Госхимиздат, 1954.
3. Вальдберг А.Ю. Расчёт конденсационного охлаждения газовых потоков в полых скрубберах / Хим. и нефтегазовое машиностр., 2002, № 2, с. 38-39

Задание № 5 (вариант 11)

Рассчитать и спроектировать скруббер для испарительного охлаждения газов типа СПВПК при следующих условиях: объёмный расход дымовых газов при нормальных условиях 10 000 $м^3/ч$, начальная температура газов 400 °C; конечная температура дымовых газов 200 °C; температура технической воды, подаваемой на орошение 25 °C; разрежение перед аппаратом 150 Па. Состав дымовых газов, % об.: N_2 – 71; CO_2 – 11; O_2 – 10; H_2O – 8.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

Задание № 6

Рассчитать и спроектировать скруббер Вентури, базируясь на типоразмерном ряду труб Вентури типа ГВПВ и циклонов-пылеуловителей типа КЦТ. Скруббер Вентури предназначен для очистки дымовых газов до заданной эффективности и орошает-

ся водой из оборотной системы водоснабжения, температура которой соответствует точке росы газов на входе в аппарат.

Параметры дымовых газов, оборотной воды и улавливаемой пыли приведены в табл. № 1 и № 2.

Обозначения: V – объёмный расход газов при нормальных условиях; η - требуемая эффективность пылеулавливания, $p_в$ –давление оборотной воды; p - избыточное давление (разрежение) газов перед трубой Вентури; $\rho_ч$ – плотность пыли; d_m - медианный диаметр частиц пыли; $lg\sigma_ч$ – среднеквадратичное отклонение размеров частиц пыли, ; $lg\sigma_\eta$ - среднеквадратичное отклонение в функции распределения фракционных коэффициентов улавливания частиц; m – удельное орошение.

Графическая часть: чертёж общего вид – 1 л.

Таблица №1

Параметры дымовых газов и работы трубы Вентури

№№ варианта	Состав газов, % (объемн.)				V, $м^3/ч$	t, °C	Разрежение ΔP, Па	$P_в$, МПа	m, $л/м^3$
	N_2	CO_2	O_2	H_2O					
12	60	10	3	27	20 000	160	200	0,5	0,8
13	65	12	10	13	10 000	140	360	0,3	1,0
14	71	11	3	15	4 500	120	300	0,2	1,8

Таблица №2

Параметры пыли

№№ варианта	d_m, мкм	$lg\sigma_ч$	$lg\sigma_\eta$	$\rho_ч$, $кг/м^3$	η
12	5,0	0,30	0,32	3 500	0,99
13	4,5	0,35	0,36	4 000	0,98
14	4,6	0,38	0,39	4 500	0,98

Литература:

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр». - М., 1992.

Задание № 7

Рассчитать и спроектировать, базируясь на типоразмерном ряде скрубберов типа CDK, скруббер с шаровой подвижной насадкой, предназначенной для осаждения из дымовых газов пыли. Определить расход орошающей жидкости, гидравлическое сопротивление и эффективность пылеулавливания. Скруббер орошается водой из системы оборотного водоснабжения. Температура дымовых газов и оборотной воды соот-

ветствует точке росы газов. Параметры дымовых газов, оборотной воды и улавливаемой пыли приведены в табл. № 1 и № 2.

Обозначения: V – объемный расход газов при нормальных условиях; $p_в$ – давление оборотной воды; Δp - избыточное давление (разрежение) газов перед аппаратом; Z - концентрация пыли на входе в скруббер; d_m - медианный диаметр частиц пыли; $lg\sigma_ч$ – среднеквадратичное отклонение размеров частиц пыли; $\rho_ч$ – плотность пыли.

Графическая часть: общий вид – 1 л.

Таблица №1

Параметры дымовых газов.

№№ варианта	Состав газов, % (объемн.)				V, $м^3/ч$	ΔP, Па	$P_в$, МПа
	N_2	CO_2	O_2	H_2O			
15	62	8	3	27	70 000	150	0,30
16	65	12	10	13	30 000	200	0,25
17	71	11	3	15	15 000	250	0,20

Таблица №2

Параметры пыли

№№ варианта	d_m, мкм	$lg\sigma_ч$	$lg\sigma_\eta$	$\rho_ч$, $кг/м^3$	Z, $г/м^3$
15	6	0,30	0,32	3 500	3
16	7	0,35	0,36	4 000	4
17	8	0,40	0,42	4 500	5

Литература:

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр», М., 1992.

Задание № 8 (вариант 18)

Рассчитать и спроектировать центробежный скруббер типа СЦВБ –20 при следующих условиях: объемный расход дымовых газов при нормальных условиях 18 000 $м^3/ч$; температуры газов и орошающий аппарат оборотной воды соответствует точке росы; разрежение газов перед аппаратом $\Delta p_г$ =100 Па; концентрация пыли Z = 5 $г/нм^3$; медианный диаметр частиц пыли d_m = 8 мкм; среднеквадратичное отклонение $lg\sigma_ч$ =0,3; плотность пыли 5 000 $кг/м^3$. Состав дымовых газов, %, об.: N_2 - 65, CO_2 - 12, O_2 - 10, H_2O -13

Примечание: Внутренний диаметр рабочего элемента скруббера составляет 0,309 м; $lg\sigma_\eta$ = 0,426.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. М., Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр». - М.: 1992.

Задание № 9

Рассчитать и спроектировать высокоскоростной волокнистый туманоуловитель с эффективностью улавливания капель тумана не ниже 0,95 на основании данных, приведенных в табл. № 1 и № 2.

Обозначения:

V – объёмный расход газов при нормальных условиях; p – абсолютное давление газов перед туманоуловителем; t - температура газов; d_m - медианный диаметр капель тумана; $lg\sigma_к$ – среднеквадратичное отклонение размеров капель; $\rho_к$ - плотность капель; z - концентрация капель тумана на входе в туманоуловитель.

Графическая часть: чертёж общего вида – 1 л.

Таблица № 1

Параметры дымовых газов.

№№ варианта	Состав газов, % об.				V, $м^3/ч$	P, кПа	t, °C
	N_2	CO_2	O_2	H_2O			
19	62	8	3	27	20 480	91,4	90
20	71	11	3	15	10 128	92,3	85
21	65	12	10	13	15 000	92,0	60
22	68	10	7	15	12 000	91,0	50

Таблица №2

Параметры капель тумана

№№ варианта	d_m, мкм	$lg\sigma_к$	$lg\sigma_к$	$\rho_к$, $кг/м^3$	Z, $мг/м^3$
19	1,2	0,30	0,32	1 200	190
20	1,5	0,35	0,37	1 200	220
21	1,2	0,30	0,32	880	150
22	1,3	0,35	0,37	920	130

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. М., Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.

3. Вальдберг А.Ю., Мошкин А.А., Каменщиков И.Г. Образование туманов и каплеулавливание в системах очистки газов. - М.: ОАО «НИИОГАЗ», 2003 г.

Задание № 10

Рассчитать и спроектировать рукавный фильтр, определить способ и параметры регенерации, подобрать фильтрованный материал для рукавов, учитывая химический состав и температуру очищаемых газов. Исходные данные приведены в табл. №1 и №2.

Обозначения: V - объёмный расход газов (при нормальных условиях); t – температура газов; p – избыточное давление (разрежение) перед фильтром; концентрация пыли на входе - Z; медианный диаметр частиц пыли - d_m

Графическая часть: общий вид – 1 л.

Таблица № 1

Параметры технологического процесса.

№№ варианта	Технологический процесс	Вид пыли	V, $м^3/ч$	t, °C	ΔP, Па	Z, $г/м^3$	d_m, мкм
23	Реактор для производства сажи (печь)	Сажа	50 000	230	5 000	6	2,0
24	Узел пересылки	дробеструйная очистка	48 000	80	100	30	12,0
25	Сушильная установка	аммофос	5 000	150	3 000	8	5,0

Таблица №2

Состав дымовых газов

№№ варианта	Состав, % об.							
	N_2	CO_2	O_2	CO	H_2	H_2O	HF	NH_3
23	40,14	3,0	0,06	8,4	8,4	40,0	-	-
24	Воздух 97,0			-	-	3,0	-	-
25	Воздух 69,0			-	-	31,0	$49{,}2 \times 10^{-5}$ (19 кг/ч)	$2{,}24 \times 10^{-5}$ (1 кг/ч)

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. М., Энергоатомиздат, 1983.
2. Очистка технологических газов в цветной металлургии / И.Г. Бородин и др. - М.: Металлургия, 1992.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр». - М., 1992.

Задание № 11

Выбрать, рассчитать и спроектировать групповой циклон для очистки от пыли дымовых газов на основании данных, приведённых в табл. № 1 и № 2.

Обозначения: V - объёмный расход газов (при нормальных условиях); t – температура газов; p – избыточное давление перед циклоном; Z – концентрация пыли на входе в циклон; d_m – медианный диаметр частиц пыли; $lg\sigma_ч$ – среднеквадратичное отклонение размеров частиц пыли; $\rho_ч$ – плотность пыли; $lg\sigma_\eta$ - среднеквадратичное отклонение в функции распределения фракционных коэффициентов улавливания частиц; η – эффективность пылеулавливания.

Графическая часть: общий вид – 1 л.

Таблица № 1

Параметры дымовых газов

№№ варианта	V, $м^3/ч$	t, °C	P, Па	η, не менее
26	30 000	80	100	0,95
27	25 000	100	150	0,96
28	51 000	60	280	0,96

Таблица № 2

Параметры пыли

№№ варианта	Z, $г/м^3$	d_m, мкм	$lg\sigma_ч$	$\rho_ч$, $кг/м^3$	$lg\sigma_\eta$
26	12	20	0,30	2 700	0,32
27	18	24	0,35	3 400	0, 36
28	20	22	0,30	2 100	0,32

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под общ. ред. А.А. Русанова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы. - М.: МГУИЭ, 2004.
3. Газоочистное оборудование. Каталог. МП «НИИОГАЗ – Фильтр». - М.: 1992.
4. Андрианов Е.И., Вальдберг А.Ю. «Оптимизация решений по сухому отводу пыли из газоочистных аппаратов. Химическое и нефтегазовое машиностроение», 1998, №7, с. 44-46.

Вопросы
по разделам дисциплины «Процессы и аппараты очистки атмосферы» для устного опроса (УО)

1. Классификация методов и оборудования для очистки выбросов.
2. Аэрозоли и их классификация.
3. Основные свойства аэрозольных частиц.
4. Источники образования взвешенных частиц.
5. Дисперсность и плотность дисперсных частиц.
6. Адгезия и аутогезия взвешенных частиц.
7. Угол естественного откоса и абразивность взвешенных частиц.
8. Коагуляция аэрозолей. Основные виды коагуляции.
9. Механизмы осаждения взвешенных частиц.
10. Осаждение взвешенных частиц за счёт эффекта касания (зацепления).
11. Эффективность улавливания частиц под одновременным воздействием различных механизмов осаждения. Параметры осаждения взвешенных частиц.
12. Классификация пылеуловителей.
13. Гравитационное осаждение частиц. Пылеосадительные камеры.
14. Сухие инерционные пылеуловители. Жалюзийные пылеуловители.
15. Центробежные пылеуловители. Одиночные, групповые, батарейные циклоны.
16. Влияние технологических параметров газов на осаждение частиц.
17. Расчёт сухих центробежных пылеуловителей.
18. Мокрые пылеуловители. Основные типы скрубберов.
19. Способы охлаждения пылегазовых потоков и их особенности.
20. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы.
21. Тканевые фильтры: рукавные, кассетные. Область применения. Примеры конструкций. Способы регенерации.
22. Зернистые фильтры. Область применения. Примеры конструкций. Способы регенерации.
23. Волокнистые фильтры-туманоуловители: высокоскоростные и низкоскоростные
24. Классификация электрофильтров и основные принципы их работы.
25. Конструктивные особенности коронирующих и осадительных электродов. Системы регенерации электрофильтров.
26. Основы процессов очистки выбросов от газо- и парообразных загрязнителей.

27. Адсорбционные методы очистки газов. Область применения. Методы расчёта и примеры конструкций аппаратов.
28. Абсорбционные методы очистки газов. Область применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.
29. Каталитические методы очистки газов. Область применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.
30. Термические методы очистки выбросов. Область применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.
31. Вспомогательное оборудование пылеулавливающих установок. Бункера: особенности конструкций и эксплуатации.
32. Устройства для сухого и мокрого пылеудаления. Средства транспортировки пыли. Пневмотранспорт. Гидрозатворы.
33. Конструкции оборудования для подогрева и охлаждения отходящих газов

Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 1

1. Аэрозоли и их классификация.
2. Гравитационное осаждение частиц. Пылеосадительные камеры.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 2

1. Основные свойства аэрозольных частиц.
2. Сухие инерционные пылеуловители. Жалюзийные пылеуловители.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 3

1. Дисперсность и плотность дисперсных частиц.
2. Центробежные пылеуловители. Одиночные, групповые, батарейные циклоны.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 4

1. Адгезия и аутогезия взвешенных частиц.
2. Расчёт сухих центробежных пылеуловителей.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 5

1. Угол естественного откоса и абразивность взвешенных частиц.
2. Мокрые пылеуловители. Основные типы скрубберов.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 6

1. Классификация пылеуловителей.
2. Основы расчёта мокрых пылеуловителей.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 7

1. Коагуляция аэрозолей. Основные виды.
2. Способы охлаждения пылегазовых потоков. Испарительное охлаждение газов.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 8

1. Броуновская (тепловая) коагуляция взвешенных частиц.
2. Каталитические методы очистки газов. Облась применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 9

1. Источники образования взвешенных частиц.
2. Классификация фильтров. Фильтрованные материалы.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 10

1. Классификация методов и оборудования для очистки выбросов.
2. Тканевые фильтры: рукавные, кассетные, патронные. Область применения. Примеры конструкций. Способы регенерации.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 11

1. Сопротивление газообразной среды движению взвешенных частиц. Закон Стокса.
2. Волокнистые фильтры-туманоуловители: высокоскоростные и низкоскоростные. Методы расчета.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 12

1. Механизмы осаждения взвешенных частиц.
2. Классификация электрофильтров и основные принципы их работы.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 13

1. Теоретические основы гравитационного осаждения взвешенных частиц.
2. Классификация электрофильтров и основные принципы их работы.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 14

1. Теоретические основы инерционного осаждения.
2. Конструктивные особенности коронирующих и осадительных электродов. Системы регенерации электрофильтров.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 15

1. Теоретические основы центробежного осаждения взвешенных частиц.
2. Методика расчёта ПАСС.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 16

1. Осаждение взвешенных частиц за счёт эффекта касания (зацепления).
2. Конденсационное охлаждение газов. Оборудование для проведения процессов конденсационного охлаждения.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 17

1. Теоретические основы диффузионного осаждения взвешенных частиц.
2. Принцип деления потоков: сущность, назначение, примеры конструкция его реализующих.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 18

1. Теоретические основы осаждения взвешенных частиц под действием электростатических сил.
2. Адсорбционные методы очистки газов. Область применения. Методы расчёта и примеры конструкций аппаратов.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 19

1. Эффективность улавливания частиц под одновременным воздействием различных механизмов осаждения. Параметры осаждения взвешенных частиц.
2. Масштабный переход при проектировании аппаратов очистки выбросов. Принцип продольно-поперечного секционирования; сущность, назначение, примеры конструкций оборудования его реализующего.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 20

1. Влияние технологических параметров газов на осаждение частиц.
2. Зернистые фильтры. Область применения. Примеры конструкций. Способы регенерации.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ
Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 21

1. Абсорбционные методы очистки газов. Область применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.
2. Принцип продольного секционирования потоков. Назначение, примеры конструкций оборудования его реализующего.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии, кафедра ПАХТ
Дисциплина ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРЫ

Образовательная программа 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Весенняя сессия 20…/… уч. года Курс 3, семестр 6

Билет № 22

1. Термические методы очистки выбросов. Область применения. Методы расчета и примеры конструкций аппаратов.
2. Основы процессов очистки выбросов от газ- и парообразных загрязнителей.

Зав. кафедрой ПАХТ П.С. Громовых

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

для проверки уровня знаний студентов по дисциплине "Процессы и аппараты очистки атмосферы"

1. Что такое атмосферные выбросы?
а) выброшенные в атмосферу денежные средства
б) видимые газовоздушные потоки из выхлопных труб
в) атмосферные явления природного характера
г) техногенные загрязнения воздуха вредными веществами

2. Какова значимость проблемы защиты окружающей среды от атмосферных выбросов:
а) юридическая
б) моральная
в) социально-экономическая

3. Чем, В первую очередь, определяются методы очистки воздуха от загрязнителей?
а) санитарными и технологическими требованиями;
б) необходимой эффективностью очистки
в) приемлемыми энергозатратами при их реализации
г) приемлемыми материальными затратами при их реализации

4. Чем обусловливается трудность решения проблемы очистки атмосферных выбросов?
а) высокой стоимостью аппаратов
б) сложностью обслуживания аппаратов
в) недостаточной надёжностью функционирования аппаратов
г) многофакторностью содержащихся в выбросах вредных веществ

5. Какие вредные примеси образуют в атмосфере естественный фон?
а) оксиды углерода и азота

б) оксиды углерода и азота, озон
в) оксиды углерода и азота, озон, аммиак
г) оксиды углерода и азота, озон, аммиак, метан

6. С помощью чего достаточно объективно и просто можно оценить тепловлажностное состояние атмосферного воздуха в процессах его обработки?
а) с помощью соответствующих расчётов
б) с помощью соответствующих замеров
в) с помощью соответствующих замеров и расчётов
г) с помощью соответствующей диаграммы

7. Какими основными параметрами характеризуется тепловлажностное состояние атмосферного воздуха?
а) температурами по сухому и мокрому термометрам
б) температурами по сухому и мокрому термометрам и температурой точки росы
в) температурами по сухому и мокрому термометрам, точки росы и влагосодержанием
г) температурами по сухому и мокрому термометрам, точки росы, влагосодержанием и энтальпией

8. Как соотносятся плотность сухого и влажного воздуха при одной и той же температуре?
а) они равны
б) плотность сухого воздуха больше
в) плотность влажного воздуха несколько больше
г) плотность влажного воздуха существенно больше

9. Что такое "луч процесса" на диаграмме состояния влажного воздуха?
а) выпуклая линия, соединяющая точки с начальным и конечным состояниями воздуха
б) ломаная линия, соединяющая точки с начальным и конечным состоянием воздуха
в) прямая линия, соединяющая точки с начальным и конечным состоянием воздуха
г) вогнутая линия, соединяющая точки с начальным и конечным состоянием воздуха

10. Чем обусловлено негативное действие монооксида углерода на организм человека?
а) отравлением
б) удушьем
в) действием на нервную систему
г) связыванием гемоглобина крови

11. В чём заключается "коварство" действия оксидов азота на организм человека?
а) в длительности периода недомогания
б) в разнообразности проявления отравления
в) в запоздалом проявлении симптомов отравления
г) в аллергическом проявлении при повторном воздействии

12. Чем обусловлено крайне негативное действие на организм человека неорганической пыли?
а) раздражением носоглотки
б) ранением глаз
в) ранением бронхов
г) ранением лёгочной ткани и лимфатических желёз

13. В чём выражается косвенное негативное влияние атмосферных загрязнителей на организм человека?
а) попадают в организм человека через питьевую воду
б) попадают в организм человека сдымом топлива растительного происхождения
в) попадают в организм человека с растительными и животными продуктами питания
г) попадают в организм человека через кожные кремы на растительной основе

14. В чём выражается влияние атмосферных загрязнителей на строительные конструкции и материалы?
а) в повышении их прочности под действием кислотных дождей
б) облагораживании их внешнего вида под действием кислотных дождей
в) в ухудшении их внешнего вида под действием кислотных дождей
г) в разрушении их кислотными дождями

15. Что такое "первичные" загрязнители атмосферы?
а) попадающие в неё из стационарных и подвижных источников
б) попавшие в неё впервые из определённых источников
в) обнаруженные в ней впервые за определённый период наблюдения
г) загрязнители, действие которых удалось нейтрализовать впервые

16. Что такое "вторичные" загрязнители атмосферы?
а) попавшие в неё вторично из определённого источника
б) обнаруженные в ней вторично за определённый период наблюдения
в) образующиеся в атмосфере в результате взаимодействия первичных загрязнителей; отличных друг от друга
г) образующиеся в атмосфере в результате взаимодействия одинаковых первичных загрязнителей при их накоплении

17. Чем обусловлено изменение климата Земли в результате техногенно-

го воздействия?
а) выбросом в атмосферу диоксида серы, участвующего в образовании фотохимического смога?
б) выбросом в атмосферу оксидов азота, превращающихся в ней в нитраты
в) выбросом в атмосферу твёрдых частиц, препятствующих прохождению солнечных лучей
г) выбросом в атмосферу диоксидов углерода и азота, вызывающих парниковый эффект

18. Чем обусловлено возникновение "озоновых дыр" в атмосфере?
а) разрушением озонового слоя диоксидом серы
б) разрушением озонового слоя оксидом углерода
в) разрушением озонового слоя углеводородами
г) разрушением озонового слоя хлорфторуглеродами

19. По какому принципу назначается ПДК вредных примесей в атмосфере?
а) с учётом немедленного вредного воздействия вещества
б) с учётом отдалённого последствия вредного воздействия
в) с учётом осреднённого времени воздействия
г) с учётом времени полного воздействия

20. Как учитывается однонаправленность воздействия особо вредных веществ на организм человека?
а) сумма их относительных концентраций должна быть больше единицы
б) сумма их относительных концентраций должна быть близкой к единице
в) сумма их относительных концентраций должна быть существенно больше единицы
г) сумма их относительных концентраций должна быть существенно меньше единицы

21. Что является основной причиной относительно высокой погрешности измерения концентрации пыли в воздухе при гравиметрическом методе?
а) невозможность достаточно точно взвесить пробу пыли
б) невозможность достаточно точно оценить расход воздуха через фильтр
в) невозможность выделить из воздуха всю пыль при его фильтрации
г) невозможность достаточно точно оценить время экспозиции

22. Чем обусловлена трудность обезвреживания атмосферных выбросов?
а) комплексом объективных обстоятельств
б) различным химическим составом газов и их температурой
в) значительным количеством пыли с различными характеристиками
г) переменной концентрацией газо - и парообразных примесей

23. Как оценивается эффективность счистки воздуха от пыли?

а) визуально
б) методом экспертных оценок
в) расчётным путём
г) органолептически

24. По какому признаку производится классификация устройств очистки воздуха от вредных примесей?
а) по эффективности
б) по принципу действия
в) по производительности по воздуху
г) по энергозатратам

25. На каком принципе основана работа гравитационных пылеуловителей?
а) пыль осаждается под действием естественного электростатического заряда поверхности камеры
б) пыль осаждается под действием ультрафиолетового облучения
в) пыль осаждается под действием ультразвукового воздействия
г) пыль осаждается под действием силы тяжести её частиц

26. Какова предельная эффективность гравитационных пылеуловителей?
а) 60 % для пыли I и П групп дисперсности
б) 90 % для пыли I группы дисперсности
в) 80 % для пыли П группы дисперсности
г) 79 % для пыли Ш группы дисперсности

27. На каком принципе основана работа инерционных пылеотделителей?
а) используется сила инерции частиц только при поступательном движении воздуха
б) используется сила инерции частиц только при вращательном движении воздуха
в) используется сила инерции частиц, как при поступательном, так и при вращательном движении воздуха
г) используется сила инерции при соответствующем движении элементов самого аппарата

28. К какому классу относятся инерционные пылеуловители?
а) к I и П классам
б) к Ш и IV классам
в) к V классу
г) включают номенклатуру всех классов

29. Как соотносятся по эффективности конический и цилиндрический циклоны при равной производительности?
а) их эффективность одинакова
б) эффективность цилиндрического выше

в) эффективность конического выше
г) различны в начальный период работы и выравниваются в конце по мере заполнения бункера пылью

30. Как соотносятся по аэродинамическому сопротивлению конический и цилиндрический циклоны при равной производительности?
а) оно выше у конического циклона
б) оно выше у цилиндрического циклона
в) аэродинамическое сопротивление одинаково
г) различно в начальный период работы и выравнивается в конце по мере заполнения бункера пылью

31. Что означают цифры в марках цилиндрических циклонов конструкции НИИОГАЗа ЦН-11, ЦН-15* ЦН-24?
а) номер модификации циклона
б) производительность по воздуху в тысячах $м^3/ч$
в) диаметр циклона в дециметрах
г) угол наклона входного патрубка в градусах

32. Какой из циклонов НИИОГАЗа марок ЦН-11* ЦН-15 и ЦН-24 имеет самую высокую эффективность?
а) их эффективность одинакова
б) самая высокая у ЦН-11
в) самая высокая у ЦН-15
г) самая высокая у ЦК-24

33. При прочих равных условиях как зависит эффективность от диаметра циклона?
а) не зависит вообще
б) возрастает при уменьшении диаметра
в) возрастает при увеличении диаметра
г) зависит слабо

34. При прочих равных условиях как зависит аэродинамическое сопротивление от диаметра циклона?
а) не зависит вообще
б) возрастает при увеличении диаметра
в) возрастает при уменьшении диаметра
г) зависит слабо

35. В каких случаях используют групповые и батарейные циклоны?
а) когда необходимо повысить надёжность устройства путём увеличения числа циклонов
б) когда необходимо повысить производительность устройства путём увеличения числа циклонов

в) когда необходимо уменьшить аэродинамическое сопротивление устройства путём увеличения числа циклонов
г) когда при увеличении производительности устройства необходимо обеспечить высокую эффективность очистки воздуха

36. Почему при создании батарейных циклонов на основе аппаратов НИИОГАЗа отдают предпочтение цилиндрическим циклонам?
а) цилиндрические циклоны конструктивно наиболее отработаны
б) цилиндрические циклоны при равной производительности с коническими обладают меньшими габаритными размерами
в) при прочих равных условиях цилиндрические циклоны дешевле
г) цилиндрические циклоны легче обслуживаются

37. На каком принципе основана работа мокрых пылеуловителей?
а) на взаимодействии частиц пыли и капель воды
б) на взаимодействии частиц пыли и воды, стекающей в виде плёнки
в) на взаимодействии частиц пыли с плёнкой поверхностного натяжения воды
г) на взаимодействии частиц пыли и смоченных поверхностей аппарата

38. Область применения мокрых пылеуловителей:
а) П класс пылеуловителей для пыли от Ш до IV групп дисперсности
б) Ш класс пылеуловителей для пыли Ш группы дисперсности
в) Ш класс пылеуловителей для пыли IV группы дисперсности
г) IV класс пылеуловителей для пыли Ш группы дисперсности

39. Чем обусловлена высокая эффективность очистки воздуха в аппарате Вентури?
а) резким перепадом скорости воздуха от конфузорной части сопла к его узкому сечению
б) равномерным распределением воды по сечению конфузорной части сопла
в) наличием дополнительного центробежного каплеуловителя
г) значительной относительной скоростью частиц воды к пыли в конфузорной части сопла и его узком сечении

40. Каков механизм действия барботажно-пенных пылеуловителей?
а) осаждение частиц пыли на внутренней поверхности воздушных пузырей пены
б) осаждение частиц пыли на внешней поверхности воздушных пузырей пены
в) осаждение частиц пыли в толще слоя воды
г) осаждение частиц пыли в толще пены

41. Какой основной механизм действия мокрых пылеуловителей ударно-

инерционного типа?
а) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха в перфорированные перегородки
б) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о поверхность воды
в) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о стенки камеры
г) очистка осуществляется за счёт удара потока воздуха о перфорированные стенки направляющего механизма

42. Чем обусловлена эффективность действия мокрого пылеуловителя с подвижным слоем насадки?
а) рациональной организацией структурного слоя
б) удлинением пути вихрей воздуха и струй воды
в) увеличением длительности контакта фаз
г) повышением турбулентности потоков и дополнительным развитием межфазовой поверхности

43. На каком принципе работают контактные пылеуловители?
а) на контакте частиц пыли друг с другом при прохождении пор и разветвлений фильтрующего материала
б) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала фильтра механически
в) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала под действием электростатических сил
г) частицы пыли задерживаются в порах и разветвлениях материала под действием ультразвука

44. Область использования пористых к волокнистых пылеуловителей?
а) относятся к I, П и Ш классам очистителей от пыли всех групп дисперсности
б) относятся к I классу очистителей от пыли V группы дисперсности
в) относятся ко П классу очистителей от пыли IV группы дисперсности
г) относятся к Ш классу очистителей от пыли V группы дисперсности

45. Какое явление используется в сухих электрофильтрах и какова область их использования?
а) относятся к I и П классам очистителей от пыли IV и V групп дисперсности в электростатическом поле
б) относятся к I и П классам очистителей от пыли IV и V групп дисперсности под действием электромагнитных сил
в) относятся ко П и Ш классам очистителей от пыли V группы дисперсности под действием электромагнитных сил
г) относятся ко П и Ш классам очистителей от пыли IV группы дисперсности под действием электромагнитных сил

46. Чем отличаются друг от друга однозонные и двухзонные электрофильтры?
а) отличий в конструкции нет
б) различным размещением ионизатора и осадителя в аппаратах
в) различным размещением коронирующих электродов в ионизаторе
г) различными конструкциями осадительных электродов

47. На чём основано действие контактных туманоуловителей?
а) на использовании явления конденсации туманов при температуре точки росы воздуха
б) на использовании явления коагуляции туманов при изменении направления движения смеси
в) на механическом осаждении капель тумана на поверхности материала насадки
г) на механическом осаждении капель тумана на поверхности пластинчатого сепаратора

48. Каков механизм действия низкоскоростных туманоуловителей?
а) диффузионное осаждение капель
б) осаждение капель за счёт инерционных сил
в) осаждение капель засчёт электростатических сил
г) осаждение капель засчёт гравитации

49. Каков механизм действия высокоскоростных туманоуловителей?
а) диффузионное осаждение капель
б) осаждение капель за счёт инерционных сил
в) осаждение капель за счёт электростатических сил
г) осаждение капель за счёт сил гравитации

50. На чём основано действие абсорберов?
а) на разделении газовоздушной смеси путём поглощения газов жидким компонентом
б) на разделении газовоздушной смеси путём фильтрации через влажный материал
в) на разделении газовоздушной смеси путём динамического воздействия жидкости на газ
г) на разделении газовоздушной смеси за счёт перепада температуры жидкости

51.Что является одним из важнейших условий интенсификации процесса абсорбции в аппарате, орошаемом водой?
а) турбулизация фазы "воздух"
б) турбулизация фазы "вода"
в) развитие поверхности раздела фаз
г) развитая поверхность раздела фаз и турбулизация потоков

52. На чём основано действие адсорберов?
а) на способности тел с ультрамикроскопической структурой извлекать компо-

ненты из газовой смеси
б) на способности тел с микроскопической структурой извлекать компоненты из газовой смеси
в) на способности тел с макроскопической структурой извлекать компоненты из газовой смеси
г) на способности капиллярно-пористых тел извлекать компоненты из газовой смеси

53. Что является преимуществом физической адсорбции?
а) обратимость процесса
б) необратимость процесса
в) простота процесса
г) безвредность процесса

54. Как называется график, отражающий связь между производительностью вентилятора по воздуху и развиваемым им аэродинамическим давлением?
а) индивидуальным паспортом вентилятора;
б) индивидуальным аэродинамическим паспортом вентилятора;
в) индивидуальной характеристикой вентилятора
Г) индивидуальной аэродинамической характеристикой вентилятор

55. Каким образом производится согласование работы аппарата очистки воздуха и вентилятора?
а) по их производительности;
б) по их аэродинамическому давлению
в) по их аэродинамическим характеристикам
г) по их энергозатратам

56. На чём основана термическая нейтрализация токсичных компонентов?
а) на способности окисляться до менее токсичных при наличии обеспечения высокой температуры процесса
б) на способности окисляться до менее токсичных при наличии свободного окислителя
в) на способности окисляться до менее токсичных при наличии высокой температуры наружного воздуха
г) на способности окисляться до менее токсичных при наличии свободного окислителя и высокой температуры процесса

57. На чём основано действие биофильтра?
а) на способности активной насадки адсорбировать газообразные компоненты
б) на способности активной насадки абсорбировать газообразные компоненты
в) на способности микроорганизмов разрушать различные газообразные соединения

г) на способности микроорганизмов разрушать к преобразовывать различные газообразные соединения

58. Что является главной задачей при объективном выборе метода обработки и типа аппарата очистки воздуха?
а) обеспечение надёжной эксплуатации
б) обеспечение требуемой эффективности
в) обеспечение соответствия количеству улавливаемых примесей
г) обеспечение соответствия физико-химическим свойствам улавливаемых примесей

59. Что такое "эквивалентный диаметр" воздуховода прямоугольного или квадратного сечения?
а) диаметр круга, охватывающего профиль сечения;
б) диаметр круга, эквивалентный по площади произведению сторон профиля сечения
в) диаметр круга, эквивалентный по площади удвоенному произведению сторон профиля сечения
г) диаметр круга, эквивалентный по площади удвоенному произведению сторон профиля, разделённому на сумму этих сторон

60. На каком участке воздуховода производится замер подачи воздуха?
а) где сечение наибольшее
б) где сечение наименьшее
в) где возмущения воздушного потока наименьшие
г) где более удобно размещать приборы