

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мамед Шамалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.07.2026 13:53:36

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22856021db52dbc07971a86865a5825f9fa4504cc

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА»**

Технологические машины и оборудование

УТВЕРЖДЕН на заседании
кафедры
«03» 04 2026г., протокол №_8_
Заведующий кафедрой



(подпись) А.А.Эльмурзаев

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Процессы и аппараты химической технологии

Направление

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль

«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Составитель _____  З.С.Исраилова

Грозный – 2026

Паспорт фонда оценочных средств дисциплины

Процессы и аппараты химической технологии

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку (ОПК-3)	ОПК-1.1 Осуществляет полный контроль технологического процесса с учетом всех нормативов. ОПК-1.2 Участвует в подборе оборудования под определенный технологический процесс.	Знать: - основные закономерности процессов переработки нефти и газа, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию. Уметь: - принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии и применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. Владеть: - навыками расчёта и проектирования оборудования различного технологического назначения и средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Устный опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам / разделам дисциплины

2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу учебной дисциплины.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление По решению определенной учебно- практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

5 семестр

Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи курса ПАХТ
2. Классификация процессов
3. Составление материальных балансов
4. Составление энергетических балансов
5. Массообменные процессы. Основные понятия
6. Способы выражения состава фаз
7. Основные законы массообменных процессов. Молекулярная диффузия
8. Конвективная диффузия
9. Уравнение массопередачи
10. Средняя движущая сила процесса массопередачи
11. Материальный баланс массообменных процессов
12. Правило фаз
13. Законы идеальных газов. Закон Дальтона
14. Закон Рауля
15. Реальные газы
16. Испарение и конденсация бинарных и многокомпонентных смесей
17. Процесс ректификации
18. Классификация ректификационных колонн
19. Устройство ректификационных колонн
20. Материальный баланс ректификационной колонны
21. Тепловой баланс колонны
22. Определение температурного режима колонны
23. Выбор давления
24. Расчет основных размеров ректификационной колонны
25. Диаметр колонны
26. Высота колонны
27. Гидравлический расчет тарелки
28. Процесс абсорбции и десорбции
29. Процесс экстракции
30. Процесс адсорбции

Критерии оценки (в рамках текущей аттестации)

Регламентом БРС ГГНТУ предусмотрено 15 баллов за текущую аттестацию. Критерии оценки разработаны, исходя из разделения баллов: 10 баллов за освоение теоретических вопросов дисциплины, 5 баллов – за выполнение практических заданий.

Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:

- **0 баллов** *выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.*

- **1-2 баллов** *выставляется студенту, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.*

- **3-4 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.*

- **5-6 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.*

- **7-8 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя*

- **9 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.*

Критерии оценки выполнения лабораторных работ:

- 0 баллов – задание не выполнено (не найдено правильное решение).
- 6 баллов – задание выполнено (найденное правильное решение).

6 семестр

Вопросы к экзамену

1. Общие сведения о процессах теплообмена
2. Основные схемы движения теплообменивающихся потоков
3. Классификация теплообменных процессов
4. Устройство теплообменных процессов
5. Тепловой расчет теплообменных аппаратов
6. Трубчатые печи, назначение и типы трубчатых печей
7. Классификация трубчатых печей
8. Расчет процесса горения
9. Теплота сгорания топлива
10. Коэффициент избытка воздуха
11. Состав продуктов горения
12. Энтальпия продуктов горения
13. Максимальная температура горения
14. Тепловой баланс печи
15. Разделение жидких неоднородных систем. Отстаивание
16. Расчет отстойников
17. Фильтрация
18. Расчет фильтрации
19. Устройство фильтров
20. Центрифугирование
21. Устройство центрифуг
22. Расчет центрифуг
23. Перемешивание
24. Псевдооживленные системы. Основные понятия
25. Свойства псевдооживленного слоя
26. Пневматический транспорт
27. Механические процессы. Измельчение твердых материалов
28. Машины крупного дробления
29. Машины среднего и мелкого дробления
30. Машины тонкого измельчения

Критерии оценки (в рамках текущей аттестации)

Регламентом БРС ГГНТУ предусмотрено 15 баллов за текущую аттестацию. Критерии оценки разработаны, исходя из разделения баллов: 10 баллов за освоение теоретических вопросов дисциплины, 5 баллов – за выполнение практических заданий.

Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:

- **0 баллов** *выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.*

- **1-2 баллов** *выставляется студенту, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.*

- **3-4 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.*

- **5-6 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.*

- **7-8 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя*

- **9 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.*

- **10 баллов** *выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных*

связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.

Баллы за тему выводятся как средний балл по заданным студенту вопросам, не считая количество «наводящих» и уточняющих вопросов.

Баллы за текущую аттестацию выводятся как средний балл по всем темам.

Критерии оценки выполнения практических заданий:

- 0 баллов – задание не выполнено (не найдено правильное решение).
- 5 баллов – задание выполнено (найденное правильное решение).

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводится по итогам обучения и является обязательной. Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Зачет сдается в последнюю неделю семестра. Зачет принимается преподавателем, проводившим практические занятия. Зачет проводится в устной форме в виде опроса или в письменной форме в виде развернутого ответа на один из вопросов к зачету (по выбору обучающегося). Знания, умения, навыки обучающегося на зачете оцениваются оценками: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценки знаний, умений и навыков при сдаче зачета

Оценка	Критерии
Зачтено	продемонстрированы достаточно твердые знания материала дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», умения и навыки их использования при решении конкретных задач, показаны универсальные компетенции, соответствующие требованиям ФГОС по направлению подготовки, профилю программы подготовки, проявлено понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, даны правильные, полные ответы на большинство вопросов. Нет грубых ошибок, при ответах на отдельные вопросы допущены неточности
Не зачтено	не дано ответа, или даны неправильные ответы на большинство вопросов, продемонстрировано непонимание сущности предложенных вопросов, допущены грубые ошибки при ответе

	на вопросы, универсальные компетенции не сформированы полностью или частично
--	--

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» по итогам обучения проводится в форме экзамена и является обязательной. Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Экзамен сдается в экзаменационную сессию. Экзамен принимается комиссией, утверждаемой приказом ректора. Экзамен проводится в письменной форме. Знания, умения, навыки обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки знаний, умений и навыков при сдаче экзамена

Оценка	Критерии
Отлично	продемонстрированы глубокие, исчерпывающие знания материала дисциплины, соответствующие требованиям содержания рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии», показаны профессиональные компетенции, соответствующие требованиям профиля подготовки, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, даны логически последовательные, правильные, полные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы
Хорошо	продемонстрированы твердые и достаточно полные знания материала дисциплины, соответствующие требованиям содержания рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии», показаны профессиональные компетенции, соответствующие требованиям профиля подготовки, правильное понимание сущности взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, даны последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы, в ответах были допущены единичные несущественные неточности
Удовлетворительно	продемонстрированы знания и понимание основных вопросов дисциплины, соответствующие требованиям содержания рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии», показаны достаточные профессиональные компетенции по профилю подготовки, даны по существу правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, без грубых ошибок, при ответах на отдельные вопросы допущены существенные неточности

Неудовлетворительно	не дано ответа, или даны неправильные ответы на один из вопросов экзаменационного билета, продемонстрировано непонимание сущности предложенных вопросов, допущены грубые ошибки при
---------------------	---

	ответе на вопросы, профессиональные компетенции отсутствуют полностью или частично
--	--

Темы рефератов

5 семестр

1. Физическое, гидравлическое, математическое моделирование нефтегазопереработки и нефтехимии
2. Равновесные системы. Графические зависимости. Аналитическая зависимость. Неидеальные системы.
3. Однократное испарение сложных смесей. Приближенные методы построения кривых однократного испарения.
4. Определение основных размеров колонны
5. Определение числа теоретических тарелок в колонне. Методы образования орошения и парового потока.
6. Варианты устройства колонн. Простые и сложные колонны. Определение температурного режима колонны. Выбор давления.
7. Процессы абсорбции и десорбции
8. Построение изотермы адсорбции
9. Процесс сушки
10. Процесс экстракции
11. Процесс адсорбции
12. Реакторные устройства

6 семестр

1. Подогреватели с паровым пространством. Теплообменные аппараты воздушного охлаждения.
2. Наиболее распространенные типы трубчатых печей
3. Основные показатели работы печи.
4. Тепловой расчет камеры конвекции
5. Устройство отстойников

6. Устройство фильтров

7. Устройство центрифуг
8. Перемешивание
9. Гидравлика сыпучих тел. Движение жидкостей и газов в слое сыпучего материала.
10. Псевдооживленные системы. Основные понятия и свойства псевдооживленного слоя.
11. Пневматический транспорт
12. Машины крупного дробления
13. Машины среднего и мелкого дробления
14. Машины тонкого измельчения

Критерии оценки

Регламентом БРС предусмотрено всего 15 баллов за самостоятельную работу студента. Критерии оценки разработаны, исходя из возможности защиты студентом до трех рефератов (по 5 баллов).

- 0 баллов выставляется студенту, если *подготовлен некачественный реферат: тема не раскрыта, в изложении реферата отсутствует четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений.*

- 1- балл выставляется студенту, если *подготовлен некачественный реферат: тема раскрыта, но отсутствует четкая структура отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений.*

- 2 баллов выставляется студенту, если *подготовлен качественный реферат: тема хорошо раскрыта, прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Однако студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины.*

- 3 баллов выставляется студенту, если *подготовлен качественный реферат: тема хорошо раскрыта, прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Студент хорошо апеллирует терминами науки. Однако затрудняется ответить на дополнительные вопросы по теме реферата (1-2 вопроса).*

- 4 баллов выставляется студенту, если *подготовлен качественный реферат: тема хорошо раскрыта, прослеживается четкая структура логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Студент свободно апеллирует терминами науки. Однако на дополнительные вопросы по теме реферата (1-2 вопроса) отвечает только с помощью преподавателя.*

- **5 баллов** *выставляется студенту, если подготовлен качественный реферат: тема хорошо раскрыта, прослеживается четкая структура логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Студент свободно апеллирует терминами науки, демонстрирует авторскую позицию. Способен ответить на дополнительные вопросы по теме реферата (1-2 вопроса).*

Темы курсовых проектов:

1. Технологический расчет ректификационной колонны
2. Технологический расчет экстракционной колонны
3. Расчет кожухотрубчатого теплообменника
4. Расчет трубчатой печи
5. Технологический расчет испарителя
6. Технологический расчет отгонной колонны.
7. Технологический расчет этановой колонны.
8. Расчет многоходового теплообменника.
9. Расчет колонны для разделения углеводородов.
10. Расчет огневого нагревателя.
11. Технологический расчет пропановой колонны.
12. Технологический расчет бутановой колонны.
13. Расчет абсорбера.
14. Расчет холодильника воздушного охлаждения.
15. Расчет теплообменника типа «труба в трубе»

Критерии оценки

Курсовая работа/проект оценивается по 4-х балльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), при этом учитываются её содержание, качество оформления и результаты защиты.

Критерии оценки курсового проекта:

- степень усвоения студентом понятий и категорий по теме исследования;
 - умение работать с документальными и литературными источниками;
 - умение формулировать основные выводы по результатам анализа конкретного материала;
 - грамотность и стиль изложения;
 - самостоятельность работы, оригинальность в осмыслении материала;
 - правильность и аккуратность оформления;
 - соответствие оформления курсового проекта установленным требованиям.
- при высоком качестве раздаточного материала и презентации, уверенной подаче материала, логически связном докладе и безошибочных ответах на вопросы присуждается отлично;
- при наличии 1-2 небольших ошибок при ответах на вопросы или 1-2 небольших недоработках в презентации или докладе засчитывается хорошо;

- при наличии 3-4 небольших или 1 грубой ошибки в ответах, докладе или презентации – удовлетворительно;
- при большом числе ошибок в ответах, докладе или презентации, либо отсутствии одного из элементов защиты (например, раздаточного материала) засчитывается неудовлетворительно;

Критерии, при наличии хотя бы одного из которых работа оценивается только на "неудовлетворительно".

К ним относятся:

- содержание работы не относится к предмету дисциплины;
- работа перепечатана из Интернета, CD-ROM или других носителей информации;
- неструктурированный план курсового проекта;
- объем работы менее 20-30 листов машинописного текста;
- в работе отсутствуют ссылки и сноски на нормативные и другие источники;
- в работе отсутствует приложение (копии документов, логические схемы, таблицы, иллюстрации и т.д.).

Оформление курсового проекта не соответствует требованиям (отсутствует нумерация страниц, неверное или неполное оформление библиографии и т.д.).

При оценке письменных курсовых проектов преподаватель обращает также внимание на следующие распространенные ошибки в работах студентов:

- отсутствие четкости в определении основного содержания курсового проекта, убедительных доказательств, обоснований, выводов и рекомендаций;
- нарушение последовательности изложения, частые повторения, нечеткие формулировки, оговорки, грамматические ошибки;
- излагаемые по тексту примеры не подкреплены смысловым содержанием, размышлениями автора;
- курсовой проект представляет собой пересказ литературных источников, набор цитат, фраз.

Массобменные процессы

Весовая и молярная доли компонентов определяются по формуле:

$$x = \frac{\frac{a}{M_1}}{\frac{a}{M_1} + \frac{1-a}{M_2}} \quad (1.1.)$$

$$a = \frac{M_1 x}{M_1 x + M_2 (1-x)} \quad (1.2.)$$

Где M_1 и M_2 - молекулярные массы компонентов.

Средняя молекулярная масса смеси определяется по формуле:

$$M_{cp} = M_A x_A + M_B x_B + M_C x_C + \dots = \sum M_X \quad (1.3)$$

$$a_k = \frac{M_R x_R}{\sum M_X} \quad (1.4)$$

Задача №1

Определить молярный состав и среднюю молекулярную массу смеси бензола и толуола, содержащей 30 вес. % бензола.

Решение:

Молекулярные массы компонентов: $M_1 = 78$ (бензол) и $M_2 = 92$ (толуол).

По формуле (1.1) находим молярную долю бензола в смеси (при $a=0,3$)

$$x = \frac{\frac{0,3}{78}}{\frac{0,3}{78} + \frac{1-0,3}{92}} = 0,336$$

Молярная масса толуола $(1-x) = 0,664$. Эту же величину можно найти по формуле (1.1), подставляя в нее весовую долю толуола $a=0,7$, при этом

$$M_1 = 92 \text{ и } M_2 = 78$$

Средняя молекулярная масса смеси определяется по формуле (1.3)

$$M_{cp} = 78 \cdot 0,336 + 92 \cdot 0,664 = 87,2$$

Задача №2

Определить весовой состав смеси, содержащей 20 мол % этана, 35 мол % пропана, 15 мол % бутана и 30 мол % изобутана.

Решение:

Весовой состав определяем по формуле (1.4) и сводим результаты расчета в таблицу 1

Таблица 1

Компоненты	Молекулярная масса M_R	Молярная доля x_R	$M_R x_R$	Весовая доля
------------	--------------------------------	------------------------	-----------	-----------------

				$a_k = \frac{M_{R\bar{x}R}}{\sum M_{\bar{x}}}$
Этан	30	0,20	6,0	0,126
Пропан	44	0,35	15,4	0,325
Бутан	58	0,15	8,7	0,183
Изобутан	58	0,30	17,4	0,366
Всего	-	1,009	47,5	1,000

Объемная концентрация

Задача 3

Смесь двуокиси углерода с воздухом содержит 15 объемн. % CO₂.
 Определить содержание CO₂ в весовых %, парциальное давление CO₂ в смеси и объемную концентрацию CO₂ при температуре 25 °и общем давлении P=19,6 бар. (20 атм.).

Решение:

Для газовых смесей объемная доля компонентов равна его молярной, следовательно, молярная доля двуокиси углерода y=0,15. Молекулярные массы составляют: M₁=44 (для CO₂) и M₂=29 (для воздуха).

Весовую долю CO₂ находим по формуле (1.2)

$$a = \frac{44 \cdot 0,15}{44 \cdot 0,15 + 29(1 - 0,15)} = 0,212 \text{ или } 21,2 \text{ вес\%}$$

Парциальное давление для CO₂ определяем по уравнению (1.5)

$$y_k = \frac{p_k}{P} \text{ или } p_k = P \cdot y_k \quad (1.5)$$

$$p = 19,6 \cdot 0,15 = 2,94 \text{ бар. (3 атм)}$$

Объемная концентрация CO₂ составит по ур-ю :

$$C_k = \frac{M_k P_k}{RT}$$

$$C = \frac{44 \cdot 2,94 \cdot 10^5}{8314(273+25)} = 5,23 \text{ кг/м}^3$$

Задача №4

Приготовлена смесь, состоящая из 60 кг пентана, 40 кг гексана и 20 кг гептана.

Необходимо:

- 1) выразить состав смеси в весовых, мольных и объемных долях;
- 2) выразить состав смеси в весовых, мольных и объемных процентах;
- 3) подсчитать средний удельный вес и средний молекулярный вес смеси.

Решение.

Компоненты смеси	Молекулярный вес компонентов M_i	Удельный вес компонентов		Весовой состав		Мольный состав		Объемный Состав (при 20°C)	
		(d_4^{20})	$(\gamma_{20}), \text{кг/м}^3$	доли	доли	Моль	доли	м^3	доли
				G_i	$x_i = \frac{G_i N_i}{\sum G_i}$		$x_i' = \frac{N_i V_i}{\sum N_i}$	$\frac{G_i}{\rho_i}$	$v_i = \frac{V_i}{\sum V_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C ₂ H ₁₂	72	0,6262	626,2	60	0,500	0,833	0,556	0,0959	0,517
C ₆ H ₁₄	86	0,6594	659,4	40	0,333	0,465	0,310	0,0607	0,3265
C ₇ H ₁₆	100	0,6838	683,8	20	0,167	0,200	0,134	0,0292	0,157
Σ	-	-	-	120	1,000	1,498	1,000	0,1858	1,000

Тепловые процессы

Задача 1

В теплообменном аппарате противотоком движутся два теплоносителя. Горячий охлаждается с 275 до 120°C, холодный нагревается от 70 до 160°C.

Определить среднюю разность температур

Решение

Схема теплообмена следующая:

$$t_1 = 275^{\circ}\text{C} \xrightarrow{\text{горячий поток}} t_2 = 120^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = 160^{\circ}\text{C} \xleftarrow{\text{холодный поток}} t_4 = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{в}} = t_1 - t_3 = 275 - 160 = 115^{\circ}\text{C} ; \quad \Delta t_{\text{н}} = t_2 - t_4 = 120 - 70 = 50^{\circ}\text{C}$$

Среднюю разность температур определяют по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{н}}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{н}}}} = \frac{115 - 50}{2,3 \lg \frac{115}{50}} = 78^{\circ}\text{C}$$

Задача 2

Нефть в количестве 65000 кг/ч ($d_4^{20} = 0,845$) поступает в теплообменники с температурой 30°C , где нагревается за счет тепла 19000 кг/ч керосинового дистиллята ($d_4^{20} = 0,834$), начальная температура которого $t_{\text{н}} = 265^{\circ}\text{C}$, конечная $t_{\text{к}} = 100^{\circ}\text{C}$. Определить поверхность теплообмена, приняв к.п.д. теплообменного аппарата 0,95.

Решение

Находят энтальпию потоков:

$$I_{30}^{\text{ж}} = 13,51 \text{ ккал/кг}; \quad I_{265}^{\text{ж}} = 147,6 \text{ ккал/кг}; \quad I_{100}^{\text{ж}} = 48,4 \text{ ккал/кг}$$

Составляют тепловой баланс аппарата по формуле:

$$G_{\text{к}} (I_{265}^{\text{ж}} - I_{100}^{\text{ж}}) \eta = G_{\text{н}} (I_{t_1}^{\text{ж}} - I_{30}^{\text{ж}})$$

$$19000(147,6 - 48,4)0,95 = 65000(I_{t_1}^{\text{ж}} - 13,51)$$

Откуда $I_{t_1}^{\text{ж}} = 41 \text{ ккал/кг}$. Этой энтальпии соответствует температура 86°C .

Выбираем противоточную схему теплообмена:

$$t_1 = 265^{\circ}\text{C} \xrightarrow{\text{Керосин}} t_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = 86^{\circ}\text{C} \xleftarrow{\text{Нефть}} t_4 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{в}} = t_1 - t_3 = 265 - 100 = 179^{\circ}\text{C} ; \quad \Delta t_{\text{н}} = t_2 - t_4 = 100 - 30 = 70^{\circ}\text{C}$$

Среднюю разность температур определяют по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{н}}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{н}}}} = \frac{179 - 70}{2,3 \lg \frac{179}{70}} = 116^{\circ}\text{C}$$

Тепло, отдаваемое горячим потоком, составляет:

$$Q = 19000(147,6 - 48,4) = 1884000 \text{ ккал/ч}$$

Учитывая показатели работы заводских теплообменников, принимают общими коэффициент теплопередачи $K = 70 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$.

Необходимая поверхность теплообмена равна:

$$F = \frac{1884000}{70 \cdot 116} = 232 \text{ м}^2$$

Задача 3

Определить расход воды для охлаждения 68500 кг/ч нефтепродукта ($d_4^{20} = 0,785$) от 120 до 43°C. Вода нагревается от 25 до 40°C. Тепло, отдаваемое нефтепродуктами

$$Q = G(I_{120}^{\text{н}} - I_{43}^{\text{ж}}) = 18078750 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} = 5024 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cong 5 \text{ МВт}$$

Расход воды

$$G_{\text{в}} = \frac{Q}{C_{\text{в}}(t_2 - t_1)} = \frac{5 \cdot 10^6}{4,1868 \cdot 103(40 - 25) \cdot 1000} = 286 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Предмет и задачи курса ПАХТ
2. Классификация процессов
3. Составление материальных балансов
4. Составление энергетических балансов
5. Массообменные процессы. Основные понятия
6. Способы выражения состава фаз
7. Основные законы массообменных процессов. Молекулярная диффузия
8. Конвективная диффузия
9. Уравнение массопередачи
10. Средняя движущая сила процесса массопередачи
11. Материальный баланс массообменных процессов
12. Правило фаз
13. Законы идеальных газов. Закон Дальтона
14. Закон Рауля
15. Реальные газы

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Испарение и конденсация бинарных и многокомпонентных смесей
2. Процесс ректификации
3. Классификация ректификационных колонн
4. Устройство ректификационных колонн
5. Материальный баланс ректификационной колонны
6. Тепловой баланс колонны
7. Определение температурного режима колонны
8. Выбор давления
9. Расчет основных размеров ректификационной колонны
10. Диаметр колонны
11. Высота колонны
12. Гидравлический расчет тарелки
13. Процесс абсорбции и десорбции
14. Процесс экстракции
15. Процесс адсорбции

Образец ФОС

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет № 1

1. Предмет и задачи курса ПАХТ
 2. Процесс адсорбции
- Преподаватель

/_____/

«__»____20__г.

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Общие сведения о процессах теплообмена
2. Основные схемы движения теплообменивающихся потоков
3. Классификация теплообменных процессов
4. Устройство теплообменных аппаратов
5. Теплообменники жесткого типа
6. Теплообменники с плавающей головкой
7. Теплообменники типа «труба в трубе»
8. Подогреватели с паровым пространством
9. Теплообменные аппараты воздушного охлаждения
10. Тепловой расчет теплообменных аппаратов
11. Трубчатые печи, назначение
12. Классификация трубчатых печей
13. Типы трубчатых печей

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Детали конструкций трубчатых печей. Змеевик трубчатых печей
2. Гарнитура печей
3. Каркас и обмуровка печей
4. Приборы для сжигания топлива
5. Расчет процесса горения
6. Теплота сгорания топлива
7. Коэффициент избытка воздуха
8. Состав продуктов горения
9. Энтальпия продуктов горения
10. Максимальная температура горения

11. Тепловой баланс печи
12. Коэффициент полезного действия печи

Образец ФОС

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет № 1

3. Общие сведения о процессах теплообмена
4. Коэффициент полезного действия печи

Преподаватель

/_____/

«__» _____ 20__ г.

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Разделение жидких неоднородных систем. Классификация неоднородных систем
2. Отстаивание
3. Осаждение твердых частиц
4. Расчет отстойников
5. Устройство отстойников
6. Фильтрация
7. Основные факторы фильтрации
8. Расчет фильтрации
9. Расчетные уравнения фильтрации
10. Скорость фильтрации
11. Устройство фильтров
12. Центрифугирование
13. Фактор разделения
14. Устройство центрифуг
15. Расчет центрифуг
16. Пропускная способность центрифуг

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Перемешивание
2. Методы перемешивания
3. Механическое перемешивание
4. Пневматическое перемешивание
5. Гидравлическое перемешивание
6. Очистка газов (пылеулавливание)
7. Устройство и работа циклона

8. Расчет циклонов
9. Механические процессы. Измельчение твердых материалов
10. Физические основы измельчения твердых материалов
11. Основные способы измельчения
12. Классификация и дозирование твердых материалов
13. Основные виды классификации зернистого материала
14. Классификаторы твердых материалов

Билеты к экзамену

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет № 1

1. Общие сведения о процессах теплообмена
2. Разделение жидких неоднородных систем. Классификация неоднородных систем

Утверждаю:

«___»_____202__г.

Зав. Кафедрой ТМО_____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет № 2

1. Основные схемы движения теплообменивающихся потоков
2. Отстаивание. Виды отстойников. Назначение и применение.

Утверждаю:

«___»_____202__г.

Зав. Кафедрой ТМО_____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №3

1. Классификация теплообменных процессов
2. Осаждение твердых частиц под действием силы тяжести

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет № 4

1. Устройство теплообменных аппаратов
2. Расчет отстойных аппаратов

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: **«Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»**

Билет №5

1. Теплообменники жесткого типа
2. Фильтрация. Виды фильтров

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: **«Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»**

Билет №6

1. Теплообменники с плавающей головкой
2. Расчетные уравнения фильтрации

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №7

1. Подогреватели с паровым пространством
3. Фильтрация. Виды фильтров

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №8

2. Теплообменники с плавающей головкой
3. Центрифугирование. Фактор разделения

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №9

1. Теплообменные аппараты воздушного охлаждения
2. Устройство центрифуг. Расчет центрифуг

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №10

1. Тепловой расчет теплообменных аппаратов
2. Перемешивание. Методы перемешивания

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №11

1. Трубчатые печи, назначение
2. Механические перемешивание. Пневматическое перемешивание

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №12

1. Классификация трубчатых печей
2. Очистка газов (пылеулавливание). Устройство и работа циклона

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №13

1. Трубчатые печи, назначение
2. Механические процессы. Измельчение твердых материалов

Утверждаю:

«___»_____202___г.

Зав. Кафедрой ТМО_____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №14

1. Детали конструкций трубчатых печей. Змеевик трубчатых печей
2. Физические основы измельчения твердых материалов

Утверждаю:

«___»_____202___г.

Зав. Кафедрой ТМО_____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №13

1. Каркас и обмуровка печей. Приборы для сжигания топлива
2. Основные способы измельчения

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №14

1. Приборы для сжигания топлива. Расчет процесса горения
2. Классификация и дозирование твердых материалов

Утверждаю:

«___» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №15

1. Каркас и обмуровка печей. Приборы для сжигания топлива
2. Основные виды классификации зернистого материала

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №16

1. Коэффициент избытка воздуха. Состав продуктов горения
2. Классификаторы твердых материалов

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №17

1. Виды трубчатых печей
2. Основное оборудование для проведения процессов очистки газов

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** им. акад. М.Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Процессы и аппараты н\г переработки и нефтехимии»

Билет №18

2. Гарнитура печи
2. Виды аппаратов для проведения процессов отстаивания

Утверждаю:

«__» _____ 202__ г.

Зав. Кафедрой ТМО _____