

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология переработки нефти и полимеров»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

«*СФ*» декабря 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Расчеты основных процессов и аппаратов
нефтегазопереработки»

основной образовательной программы подготовки бакалавров
по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов»

Форма обучения Очная
Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2017

Автор рабочей программы
старший преподаватель кафедры
«Технология переработки нефти и
полимеров»

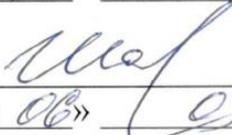

Е.С.Бурдакова
«06» 09 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

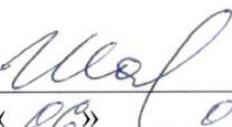
Директор библиотеки


И.А. Романовская
«06» 09 2016 г.

Заведующий кафедрой «Технология
переработки нефти и полимеров»


О.Г. Шакирова
«06» 09 2016 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Технология переработки нефти и
полимеров»


О.Г. Шакирова
«06» 09 2016 г.

Декан факультета экологии и
химической технологии, к.х.н, доцент


В.В. Телеш
«06» 09 2016 г.

Начальник УМУ


Е.Е. Поздеева
«06» 09 2016 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08.2016 № 1005, и основных профессиональных образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина является компонентом вариативной части обязательных дисциплин.

Содержание дисциплины осваивается обучающимися в течение восьмого семестра в традиционной форме с применением элементов интерактивных технологий. По дисциплине предполагается чтение лекции с применением мультимедийных технологий, проведение практических занятий, а также выполнение студентами курсовой работы.

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки							
Цель дисциплины	Формирование совокупности знаний о методах расчета основных технологических процессов переработки нефти и газа							
Задачи дисциплины	1. Рассмотрение теоретических основ методов расчета технологических процессов переработки нефти и газа; 2. Приобретение навыков расчетной работы с использованием эмпирических методов расчета физико-химических свойств перерабатываемого нефтяного сырья и продуктов.							
Основные разделы дисциплины	1. Введение; 2. Процессы перемещения жидкостей; 3. Машины для сжатия газов; 4. Теплообменные процессы; 5. Трубчатые печи; 6. Ректификация; 7. Сепараторы; 8. Расчет реакционных устройств термических процессов; 9. Расчет реакторов и регенераторов каталитических процессов							
Общая трудоемкость дисциплины	4 зач ед/ 144 академических часа							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промеж уточная аттеста ция, ч	Всего за семестр, ч
		Лек ции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
8 семестр	33	33	0	0	78	0	144	
ИТОГО:		33	33	0	0	78	0	144

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
8 семестр			
ПК-4 Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	З-8 (ПК-4-6) Знать основные источники углеводородного сырья и требования, предъявляемые к ним, классификацию товарных нефтепродуктов, химический и фракционный состав нефти, природного газа, попутного нефтяного газа, газоконденсата	У-8 (ПК-4-6) Уметь приводить обоснование выбора оборудования и технологии для различных процессов, а также составлять технологические схемы процессов подготовки и переработки нефти и газа	Н-8 (ПК-4-6) Владеть навыками принятия конкретных технологических решений и оценки экологических последствий их применения
ПК-8 Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	З-4 (ПК-8-3) Знать суть основных процессов переработки нефти и газа на НПЗ, принцип работы основного оборудования и порядок его ввода в эксплуатацию	У-4 (ПК-8-3) Уметь анализировать техническую документацию	Н-4 (ПК-8-3) владеть базовыми знаниями для понимания принципов действия нового оборудования и готовностью их применять
ПК-11 Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	З-5 (ПК11-4) Знать функциональное назначение, производительность и основные конструктивные особенности оборудования	У-5 (ПК-11-4) Уметь обосновать подбор оборудования на основе анализа технической документации	Н-5 (ПК-11-4) Владеть основами навыков по подбору основного и вспомогательного оборудования

<p>ПК-18 Готовность использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>З-3 (ПК18-2) Знать свойства соединений, входящих в состав сырья и продуктов установок переработки нефти и газа, химизм процессов</p>	<p>У-3 (ПК18-2) Уметь производить термодинамический расчет по известной методике с применением знаний, полученных в предыдущих курсах о свойствах соединений входящих в состав сырья</p>	<p>Н-3 (ПК18-2) Владеть навыком пользования справочной литературой в области нефтегазопереработки</p>
<p>ПК-20 Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования</p>	<p>З-10 (ПК-20-5) Знать источники научно-технической информации</p>	<p>У-10 (ПК-20-5) Уметь проводить литературный поиск и составлять литературные обзоры по заданной тематике, в т.ч проводить патентный поиск</p>	<p>Н-10 (ПК-20-5) Владеть навыками аргументации целей и задач исследований и расчетов, а также навыками использования экспериментального опыта по данной теме</p>

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» изучается в восьмом семестре.

Дисциплина является вариативной, входит в состав обязательных дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Физическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химия природных энергоносителей и углеродных материалов», «Оборудование нефтегазопереработки». Перечисленные дисциплины являются основой для успешного прохождения дальнейшего обучения по программе.

Входной контроль не проводится.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения дисциплин, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Пререквизиты дисциплины

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, необходимые для изучения дисциплины «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки»
Физическая химия	Знать основные закономерности протекания реакций; Уметь пользоваться справочными материалами; Иметь навыки расчета термодинамических параметров процесса
Процессы и аппараты химической технологии	Знать принципиальное устройство аппаратов основных технологических процессов; Уметь выполнять расчеты основных процессов и аппаратов химической технологии; Владеть практическими навыками выбора аппаратурного оформления.
Химия природных энергоносителей и углеродных материалов	Знать группы соединений входящих в состав нефти и газа, а также закономерности изменения физико-химических свойств нефти и газа в зависимости от состава; Уметь использовать количественные закономерности физико-химических свойств природных энергоносителей; Иметь навыки проведения расчетов по определению физико-химических свойств природных энергоносителей
Оборудование нефтегазопереработки	Знать классификацию, назначение и принцип работы основного технологического оборудования нефтеперерабатывающих предприятий; Уметь читать чертежи и определять тип используемого оборудования; Владеть навыками работы с технической документацией по оборудованию.

Дисциплина «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» занимает завершающую позицию в основной образовательной программе «Химическая технология» и охватывает основные положения прикладной гидравлики, теплопередачи, массообмена, общей химической технологии, технологии первичной и вторичной переработки нефти, переработки газа и др. Знание основ методов расчетов процессов и аппаратов нефтегазопереработки позволяет успешно осваивать принципы управления реальными технологическими процессами и оборудованием, используемым для их реализации.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины в 8 семестре	144 (4 з.е.)
<i>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</i>	66
В том числе:	
<i>занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)</i>	33
<i>занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)</i>	33
<i>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза</i>	78
Промежуточная аттестация обучающихся	зачёт с оценкой

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 4 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Введение. Классификация основных процессов нефтегазопереработки и общие принципы технологического расчета аппаратуры. Последовательность расчета	Лекция	1	Традиционная	ПК-4	3-8 (ПК-4-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
аппаратов. Движущая сила процессов.					
Процессы перемещения жидкостей. Теория и последовательность расчета насосов.	Лекция	1	Интерактивная	ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)
Расчет насосов. Режим движения потока. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. Уравнение Бернулли. Определение величины потери напора. Определение коэффициента трения. Определение значений коэффициентов местных сопротивлений. Выбор скорости потоков в трубопроводах и каналах. Мощность насоса и двигателя к нему. Выбор типа и подбор по каталогу марки насоса.	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Машины для сжатия газов. Вентиляторы. Нагнетатели (газодувки). Компрессоры. Расход энергии на сжатие газа, мощность на валу компрессора. Производительность компрессора. Полный напор компрессорной машины.	Лекция	2	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)
Расчет машин для сжатия газов. Расчет газодувки. Расчет компрессора.	Практическое занятие	2	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Теплообменные процессы. Тепловой баланс. Теплопроводность. Теплоотдача. Средняя разность температур. Влияние загрязнения теплообменной поверхности	Лекция	4	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Теплообменное оборудование. Расчет и подбор теплообменного оборудования. Решение задач	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Трубчатые печи. Характеристика огневых нагревателей. Проектирование трубчатых печей. Теплота сгорания топлива. Полезная тепловая нагрузка печи. КПД печи.	Лекция	4	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	З-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) З-5 (ПК-11-4) З-10 (ПК-20-5)
Расчет трубчатых печей. Расчет радиантной секции печи. Расчет конвекционной секции печи. Решение задач	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Ректификация. Материальный и тепловые балансы колонн. Минимальное число тарелок. Флегмовое число. Способы орошения. Методы расчета числа теоретических тарелок. Простые и сложные колонны.	Лекция	4	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	З-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) З-5 (ПК-11-4) З-10 (ПК-20-5)
Ректификация. Расчет ректификационной колонны. Метод ключевых компонентов. Метод температурной границы деления смеси. Аналитический расчет процесса ректификации многокомпонентной смеси в сложной колонне.	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Сепараторы. Основные соотношения для расчета сепараторов. Технологический расчет сепараторов-очистителей при разделении суспензий. Технологический расчет сепараторов для разделения эмульсий.	Лекция	4	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)
Сепараторы. Расчет вертикального гравитационного сепаратора по газу и по жидкости. Расчет горизонтального гравитационного сепаратора.	Практическое занятие	4	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Основы расчета реакционных устройств термических процессов.	Лекция	6	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)
Расчет реакционных устройств термических процессов. Расчет реакционных змеевика и камеры установок термического крекинга под давлением. Расчет реакционных аппаратов установок коксования нефтяных остатков. Расчет печей и реакторов установок пиролиза нефтяного и газового сырья.	Практическое занятие	6	Традиционная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Основы расчета реакторов и регенераторов каталитических процессов	Лекция	7	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-20	3-8 (ПК-4-6) 3-4 (ПК-8-3) 3-5 (ПК-11-4) 3-10 (ПК-20-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Расчет реакторов каталитических процессов: расчет аппаратов установок каталитического крекинга, каталитического риформинга, каталитической изомеризации, гидроочистки.	Практическое занятие	7	Интерактивная	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
Самостоятельная работа. Решение дополнительных задач. Выполнение и оформление курсовой работы.	Самостоятельная работа обучающихся	78	-	ПК-8	З-8 (ПК-4-6) У-8 (ПК-4-6) Н-8 (ПК-4-6) З-4 (ПК-8-3) У-4 (ПК-8-3) Н-4 (ПК-8-3) З-5 (ПК-11-4) У-5 (ПК-11-4) Н-5 (ПК-11-4) З-3 (ПК-18-2) У-3 (ПК-18-2) Н-3 (ПК-18-2) З-10 (ПК-20-5) У-10 (ПК-20-5) Н-10 (ПК-20-5)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	33	-	-	-
	Практические занятия	33	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	78	-	-	-
	Зачёт с оценкой	0	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 144 часа , в том числе с использованием активных методов обучения 29 часов (20 %)					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки», состоит из следующих компонентов: решение расчетных задач на практических занятиях и выполнение курсовой работы.

1. СТО7.5-17 Положение о самостоятельной работе студентов ФГБОУ ВПО «КНАГТУ». –Введ. 2015-04-06. –Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. –24 с.

2. РД ФГБОУ ВО КНАГТУ013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».–Введ. 2016-03-10. –Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. –56 с.

Также методические материалы для эффективной самостоятельной работы студентов размещены в системе личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу: <https://knastu.ru/students>.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 6.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на практических занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем дисциплины, так и проработку тем, осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся изучают научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов очной формы обучения при 11-недельном семестре (8 семестр)

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю											Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Решение расчетных задач	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	17
Выполнение курсовой работы	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	6	61
ИТОГО в 8 семестре	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	78

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 6 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
8 семестр			
Все разделы	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	Практические расчетные задачи	Наличие верно решенных расчетных задач
Все разделы	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	Вопросы собеседования	Собеседование по теме. Оценивается владение материалом и понимание.
Все разделы	ПК-4 ПК-8 ПК-11 ПК-18 ПК-20	Курсовая работа	Курсовая работа выполняется в соответствии с планом, указанным преподавателем. Оценивается полнота и объем проработанности темы, а также владение материалом по теме курсовой при ее защите

Аттестация в 8 семестре проводится в виде зачета с оценкой, на основании заработанных баллов за выполнение заданий отраженных в технологической карте.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 7).

Таблица 7 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Текущая аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Расчетные задачи (19 шт)	В течение семестра	5 · 19 = 95 баллов	5 баллов – студент выполнил задание полностью верно; 4 балла – студент произвел расчет с замечаниями, или имеется два небольших

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>недочета;</p> <p>3 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача выполнена верно.</p> <p>2 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача по-прежнему выполнена не верно.</p> <p>1 балл – студент частично выполнил задание, но не дорешал его;</p>
2	Вопросы собеседования	Последняя неделя семестра	5 баллов	<p>5 баллов – при собеседовании студент полно излагает материал, даёт правильное определение основных понятий, понимает излагаемый материал, обосновывает свои суждения, делает выводы, способен ответить на вопрос требующий логического мышления и рассуждения, основываясь на имеющихся знаниях, знает как применить данные знания на практике, умеет излагать свои мысли литературным языком;</p> <p>4 балла – студент полно излагает изученный материал, полно его раскрывает, но допускает ошибки в вопросах касающихся логического мышления и рассуждения, где необходимо применить знания полученные в ранее изученных дисциплинах;</p> <p>3 балла – при собеседовании студент знает и понимает основные положения изучаемой темы, однако изложение материала неполное, допускает неточности в определении понятий и формулировке основных положений; не умеет логически мыслить и/или формулировать свои мысли;</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>2 балла - при собеседовании студент знает менее половины пройденного материала допускает неточности в определении понятий и формулировке основных положений; не умеет логически мыслить и/или формулировать свои мысли;</p> <p>1 балл – при собеседовании студент показывает незнание большей части изучаемой темы, множество ошибок в формулировке основных положений поставленного вопроса, искажает смысл, плохо понимает излагаемый материал.</p>
	Итого:		100	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Результаты рейтинговой системы контроля служат основанием для оценки в ведомость на зачетной неделе. 0 – 67 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 67 – 79 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 80 – 94 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 95 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				
	Курсовая работа	В течение семестра, за две недели до сессии	5	<p>«отлично» - выставляется студенту, если в работе содержится в полном объеме решаемая задача, отражены самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями по оформлению студенческих работ и в соответствии с рекомендуемой формой изложения, при защите студент проявляет отличное владение материалом, способен аргументированно отвечать на поставленные вопросы по теме работы;</p> <p>«хорошо» - выставляется студенту, если в работе содержится в полном объеме</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>решаемая задача, отражены самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями по оформлению студенческих работ и в соответствии с рекомендуемой формой изложения, при защите студент проявляет хорошее владение материалом;</p> <p>«удовлетворительно» - выставляется студенту, если в работе содержится в полном объеме решаемая задача, отражены выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями по оформлению студенческих работ и в соответствии с рекомендуемой формой изложения, при защите студент проявляет удовлетворительное владение материалом, затрудняется ответить на некоторые поставленные вопросы, не способен к оценочному суждению;</p> <p>«неудовлетворительно» - выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме</p>

Задания для текущего контроля

1. Практические задания – выполнение обязательно

Включают в себя самостоятельное решение задач по пройденным темам при необходимой текущей консультации преподавателя. Решенные задачи оформляются в отдельной тетради и сдаются на проверку по окончании занятия.

Примеры типовых заданий для практических занятий

Введение

1. Движущей силой МОП (массообменных процессов) является:
 - a) Разность давлений
 - b) Разность температур
 - c) Разность концентраций

2. Очистка водопроводной воды угольным фильтром - это:
 - a) Абсорбции
 - b) Адсорбция
 - c) Десорбция

3. Твердофазное экстрагирование проходит по схеме:
 - a) $T \rightarrow Ж$
 - b) $T \leftarrow Ж$
 - c) $T = Ж$

4. Что не относится к МОП:
 - a) Экстракция
 - b) Фильтрование
 - c) Кристаллизация

7. Мольная доля соляной кислоты в смеси, приготовленной из 12 молей воды и 3 молей кислоты равна:
 - a) 0,2
 - b) 0,25
 - c) 0,4

8. Для чего создается вакуум в колонне:
 - a) Для уменьшения числа тарелок
 - b) Для понижения температуры кипения компонентов
 - c) Для уменьшения размеров колонны

9. Ректификация осуществляется:
 - a) Всегда периодически
 - b) Всегда непрерывно

с) Периодически или непрерывно

11. Ректификационная колонна называется простой, если:

- а) Из нее выходит две фракции
- б) В ней мало тарелок
- с) Она имеет небольшие размеры

12. С увеличением флегмового числа число тарелок в колонне:

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- с) не меняется

14. Назвать нижнюю часть колонны:

- а) Укрепляющая
- б) Питающая :
- с) Исчерпывающая

15. Температура внутри колонны возрастает :

- а) Снизу вверх
- б) Сверху вниз
- с) Не изменяется

16. С увеличением температуры плотность:

- а) Увеличивается
- б) Уменьшается
- с) Не изменяется

17. Относительная массовая доля бензола в смеси, содержащей 50 г бензола и 200 г толуола равна:

- а) 0,25
- б) 0,40
- с) 0,50

18. С увеличением летучести компонента его парциальное давление:

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- с) Не изменяется

19. Сколько простых колонн необходимо для разделения трехкомпонентной смеси:

- а) 1
- б) 2
- с) 3

20. Чему равно парциальное давление компонента в воздушной смеси при нормальных условиях, если его объемная доля 0,9:

- a) 684 мм.рт.ст.
- b) 760 мм.рт.ст.
- c) 76 мм.рт.ст.

21. Другие названия низкокипящего компонента:

- a) Дистиллятный, тяжелый
- b) Остаточный, легкий
- c) Дистиллятный, легкий

22. Определить мольную долю компонента в воздушной смеси при нормальных условиях, если его парциальное давление 152 мм.рт.ст.:

- a) 0,1
- b) 0,2
- c) 0,3

23. Чему равна плотность смеси двух газов, если их мольные доли одинаковы, а плотности равны соответственно $1,2 \text{ кг/м}^3$ и $1,6 \text{ кг/м}^3$:

- a) $1,3 \text{ кг/м}^3$
- b) $1,4 \text{ кг/м}^3$
- c) $1,5 \text{ кг/м}^3$

24. Отношение количества дистиллята, возвращаемого в колонну к количеству дистиллята, отобранного в виде готового продукта – это:

- a) Флегмовое число
- b) Относительный расход дистиллята
- c) Мольный расход дистиллята

25. Можно ли дистилляцией разделить смесь, состоящую из 4 компонентов:

- a) Да
- b) Нет

26. Что такое массообменные процессы?

- a) Процесс, при котором одно или несколько веществ переходит из одной фазы в другую;
- b) Процесс распределения нескольких компонентов в жидкой фазе;
- c) Концентрирование распределяемого компонента в газовой фазе.

27. Движущая сила массообменных процессов?

- a) Разность парциальных давлений;
- b) Разность температур;
- c) Разность концентраций распределяемого компонента;
- d) Разность общих давлений.

28. Что такое адсорбционный процесс?

- a) Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов из газовой или паровой смеси жидким поглотителем;
- b) Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов из газовой или жидкой смеси твердыми поглотителями;
- c) Процесс извлечения из твердого или жидкого вещества одного или нескольких компонентов путем обработки этого вещества жидким растворителем.

29. Что такое абсорбционный процесс?

- a) Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов газовой или паровой смеси жидким поглотителем;
- b) Процесс избирательного поглощения компонента газа, пара или раствора твердыми веществами;
- c) Процесс извлечения из твердого или жидкого вещества одного или нескольких компонентов путем обработки этого вещества жидким растворителем.

30. Что такое экстракционный процесс?

- a) Процесс избирательного поглощения одного или нескольких компонентов из газовой или паровой смеси жидким поглотителем;
- b) Процесс избирательного поглощения компонента газа, пара или раствора твердыми телами;
- c) Процесс извлечения из твердой или жидкой смеси одного или нескольких компонентов путем обработки этого вещества жидким растворителем.

31. Что такое процесс сушки?

- a) Удаление влаги из твердых материалов с последующим переводом в паровую фазу путем подвода тепла;
- b) Процесс разделения жидких неоднородных смесей на составляющие компоненты, основанной на различной летучести их;
- c) Процесс выделения твердой фазы в кристаллическом виде из раствора или сплава

32. Что такое процесс перегонки?

- a) Удаление влаги из твердых материалов с последующим переводом в паровую фазу путем подвода тепла;
- b) Процесс разделения жидких неоднородных смесей на составляющие компоненты, основанной на различной их летучестей;
- c) Процессы выделения твердой фазы в кристаллическом виде их раствора или сплава

33. Чем обусловлена физическая адсорбция ?
- a) Взаимным притяжением молекул адсорбтива и адсорбента под действием сил Ван-дер-Ваальса;
 - b) Сопровождается химическим взаимодействием;
 - c) Проникновение молекул адсорбтива в поры адсорбента.

34. Чем обусловлена хемосорбция ?
- a) Взаимным притяжением молекул адсорбтива и адсорбента под действием сил Ван-дер-Ваальса;
 - b) Сопровождается химическим взаимодействием;
 - c) Проникновение молекул адсорбтива в поры адсорбента;

35. Что такое процесс ректификации ?
- a) Многократное испарение легколетучего компонента из жидкости с последующей их конденсацией;
 - b) Однократное частичное испарение разделяемое смеси с последующей конденсации образующихся паров;
 - c) Разделение бинарных смесей за счет подвода тепла;
 - d) Получение чистых однородных жидкостей;

36. Сопоставьте тип расчета и его суть:

- | | |
|------------------------------|---|
| a)
Технологический расчет | A) При его проведении определяются размеры рабочих сечений аппарата и перепады давления, обеспечивающие работу при полученных в технологическом расчете материальных и энергетических потоках рабочих сред. |
| b)
Гидравлический расчет | B) При его проведении обосновываются рабочие параметры процесса (давление, температура и т.п), определяются материальные и энергетические потоки и уточняются расходные нормы. |
| c)
Механический расчет | C) При его проведении обосновываются выбор материалов, конструкции элементов аппарата, толщины стенок и т.п., обеспечивающие безопасную, надежную и длительную эксплуатацию аппарата. |

Расчет насосов

Определить основные параметры центробежного насоса для подачи орошения из емкости А на верхнюю тарелку ректификационной колонны В.

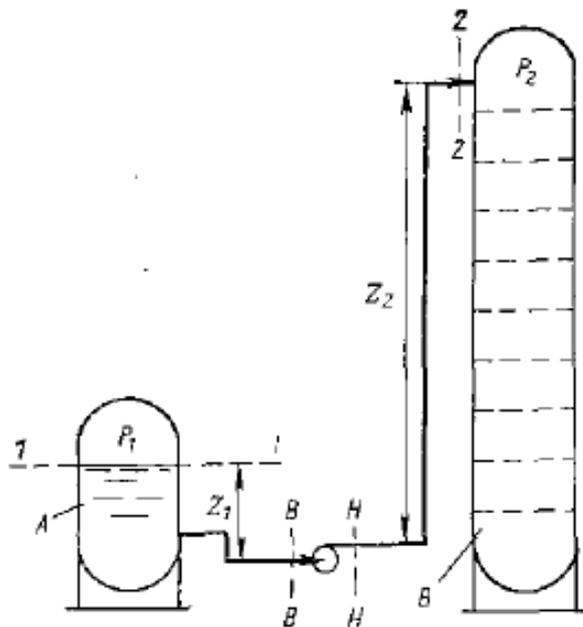


Схема перекачки

Условие задачи по вариантам

№ варианта	Плотность орошения (при температуре перекачки, ρ , кг/м ³)	Вязкость (при температуре перекачки), ν , сСт	Расход орошения L, кг/ч	Длина всасывающего трубопровода, $l_{вс}$, м	Длина нагнетательной линии, l_n , м	Высота уровня продукта емкости А, м	Высота подачи орошения, м	Давление в емкости, P_1 , кПа	Давление наверху колонны, P_2 , кПа
1	725	1,85	25000	25	40	3	25	101,3	122,5
2	700	4,20	30000	24	50	5	24	101,3	121,3
3	698	3,12	29000	29	45	4	15	101,3	130,1
4	680	2,15	36521	30	42	4	16	101,3	132,5
5	732	2,10	34125	35	51	5	18	101,3	138,0
6	750	1,85	37500	24	53	6	27	101,3	140,0
7	752	1,74	38400	21	57	4	20	101,3	139,2
8	754	1,74	32100	19	60	5	19	101,3	150,0
9	758	1,65	29800	36	35	5	21	101,3	154,0
10	691	1,86	28700	17	37	6	22	101,3	160,0
11	721	3,10	26400	20	42	3	24	101,3	150,0
12	675	2,85	34050	26	55	5	24	101,3	155,5

Данные для расчета местных сопротивлений

Вариант	Всасывающий трубопровод			Нагнетательный трубопровод			
	Прямоугольное колено	задвижка	тройник	колесо	тройник	задвижка	клапан
1	3	1	1	4	1	1	1
2	4	2	2	3	1	2	1
3	2	1	1	4	1	2	1
4	1	3	1	3	1	1	1
5	5	1	2	4	1	1	1
6	3	2	1	2	1	2	1
7	4	1	1	3	2	1	1
8	6	2	1	2	1	2	1
9	4	4	1	3	1	1	1
10	2	2	2	4	1	2	1
11	2	1	1	2	1	1	1
12	4	2	2	3	2	2	1

Расчет машин для сжатия газов

Задание 1.

Газ в количестве V_0 нм³/час, состава CH_4 – а % (объемных), C_2H_6 – б % и C_3H_8 – в % сжимается компрессором от $p_{\text{нач}}$ атм до $p_{\text{кон}}$ ата (для тех кто не знал «ата» это технические атмосферы). Температура газа на приеме компрессора t_n °С: по выходе из компрессора газ необходимо охладить до t_k °С.

Определить: а) число необходимых ступеней сжатия; б) мощность, которую необходимо подать на вал компрессора; в) количество тепла, отнимаемые в холодильниках компрессора.

Условие задачи по вариантам

№ вар	V_0	а	б	в	$p_{\text{нач}}$	$p_{\text{кон}}$	t_n	t_k
1	400	87	9	4	1	10	20	33
2	300	90	5	5	2	11	22	32
3	350	85	10	5	1	12	21	38
4	356	85	9	6	2	9	23	40
5	480	82	10	8	1	8	18	41
6	470	82	12	6	1	13	20	35
7	465	80	10	10	2	10	20	33
8	459	92	5	3	1	9	22	32
9	412	87	9	4	2	8	21	38
10	413	90	5	5	1,5	10	23	40
11	400	85	10	5	1	11	18	41
12	300	85	9	6	1,5	12	20	35
13	350	82	10	8	2	9	22	33
14	356	82	12	6	1,5	8	21	32

15	480	80	10	10	1	13	23	38
16	470	92	5	3	1,5	10	18	40
17	465	82	10	8	2	9	20	41
18	459	82	12	6	1	8	22	35
19	412	80	10	10	1,5	12	21	40
20	413	92	5	3	2	14	23	29

Теплообменное оборудование

Задание 1.

Определить поверхность теплообмена ($F, \text{м}^2$) в теплообменниках, в которых нагревается G_1 (кг/ч) нефти плотностью d_4^{20} нефти за счет охлаждения G_2 кг/ч мазута плотностью d_4^{20} мазута с t_1 до t_2 °С. Температура поступающей нефти t_3 °С. Коэффициент теплопередачи K ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$), КПД принять η

Условие задачи по вариантам

Номер варианта	G_1	G_2	d_4^{20} нефти	d_4^{20} мазута	t_1	t_2	t_3	K	η
1	50000	25124	0,878	0,925	320	200	110	142	0,95
2	60000	24123	0,756	0,920	330	230	115	125	0,95
3	55000	21023	0,748	0,956	340	215	120	136	0,95
4	52000	25017	0,759	0,948	310	210	141	157	0,95
5	45000	26128	0,892	0,974	350	210	125	164	0,95
6	68000	29142	0,852	0,994	300	225	132	168	0,95
7	56000	27548	0,854	0,952	340	240	110	169	0,95
8	57212	26145	0,856	0,899	342	245	115	140	0,95
9	54123	23145	0,874	0,956	320	247	120	142	0,95
10	65147	27145	0,892	0,984	315	250	141	125	0,95
11	62587	27698	0,841	0,952	315	230	125	136	0,95
12	61269	27469	0,741	0,961	320	280	132	157	0,95
13	60236	28456	0,785	0,974	330	200	110	164	0,95
14	54214	28789	0,769	0,952	340	230	115	168	0,95
15	57000	29841	0,712	0,984	310	215	120	169	0,95
16	52147	29156	0,899	0,965	350	210	141	140	0,95
17	41236	25149	0,847	0,923	300	210	125	142	0,95
18	45247	26147	0,887	0,974	340	225	132	125	0,95
19	46852	25136	0,857	0,899	342	240	110	136	0,95
20	49214	26357	0,864	0,956	320	245	115	157	0,95
21	47023	26325	0,898	0,984	315	247	120	164	0,95
22	48250	29036	0,847	0,952	320	250	141	168	0,95
23	52000	29041	0,854	0,961	315	245	125	169	0,95

Задание 2.

Определить расход воды в конденсаторе-холодильнике, в который поступает G_1 кг/ч нефтяных паров (плотностью d_4^{20}) и G_2 кг/ч нефтяных паров. Давление наверху колонны P мм.рт.ст., температура $t_{в.кол}$ °С. Температура продукта на выходе из холодильника $t_{вых.х}$ °С. Вода нагревается от t_1 до t_2 °С.

Условие задачи по вариантам

Номер варианта	G_1	d_4^{20}	G_2	P	$t_{в.кол}$	$t_{вых.х}$	t_1	t_2
1	35000	0,785	910	930	120	40	25	37
2	30000	0,856	920	940	125	43	24	40
3	28000	0,774	900	920	126	42	24	39
4	38000	0,745	930	921	130	41	26	38
5	25687	0,715	950	885	140	39	26	36
6	34856	0,814	940	889	145	40	25	37
7	40000	0,821	900	879	136	43	24	40
8	41562	0,745	890	865	132	42	24	39
9	45215	0,824	800	846	120	41	26	38
10	23154	0,856	780	925	125	39	26	36
11	36124	0,814	785	920	126	43	25	40
12	36500	0,792	780	921	130	42	24	39
13	34500	0,745	754	885	140	41	24	38
14	38400	0,712	790	889	145	39	26	36
15	37400	0,714	821	879	136	43	26	40
16	3790	0,786	784	865	132	42	25	39
17	36100	0,812	756	846	145	41	24	38
18	35200	0,704	740	925	136	39	24	36
19	34800	0,750	746	884	132	42	26	39

Расчет трубчатых печей

Задание 1.

Определить поверхность и тепловую напряженность радиантных труб атмосферной печи для нагрева G кг/ч нефти от температуры t_1 °С до t_2 °С. Полезное тепло, сообщаемое нефти в печи, $Q_{пол}$ ккал/ч. Топливо: сухой газ с Q_p^H ккал/кг. Количество газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива: $CO_2 - x$ кг/кг; $H_2O - y$ кг/кг; $N_2 - z$ кг/кг; $O_2 - k$ кг/кг. Коэффициент полезного действия печи η . Расход топлива B кг/ч. Коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,2$. Плотность нефти d_4^{20}

Условие задачи по вариантам

Но мер вар иан та	G кг/ч	t ₁ , °C	t ₂ °C	Q _{пол} ккал/ч	Q _р ^H ккал/к г	x кг/к г	y кг/к г	z кг/к г	k кг/к г	η	B кг/ч	d ₄ ²⁰
1	350000	240	340	33500800	12500	3,00	2,00	14,2	0,71	0,805	4100	0,870
2	341252	230	330	34300400	11350	2,50	2,60	13,9	0,75	0,825	3800	0,850
3	365241	220	350	35120250	11400	2,41	2,45	13,6	0,69	0,830	3680	0,835
4	368541	215	340	36500640	12600	2,55	2,65	12,5	0,65	0,850	3740	0,890
5	367500	210	360	37400230	15300	1,99	2,85	14,2	0,69	0,910	3900	0,921
6	369100	230	321	33500800	14500	2,88	2,45	14,7	0,45	0,900	4000	0,864
7	345000	255	350	34300400	13560	2,54	2,12	14,3	0,57	0,840	4200	0,912
9	345250	260	380	35120250	12500	2,65	2,47	14,1	0,85	0,851	3600	0,900
10	380700	245	340	36500640	11350	2,55	2,13	13,9	0,95	0,860	3840	0,875
11	390120	285	360	37400230	11400	2,84	2,00	13,7	0,87	0,805	3950	0,845
12	300500	246	340	33500800	12600	2,01	2,60	13,8	0,84	0,910	3680	0,899
13	310400	267	345	34300400	15300	2,50	2,45	13,9	0,84	0,900	3740	0,785
14	360500	246	372	35120250	14500	2,41	2,65	13,5	0,65	0,840	3900	0,835
15	360700	220	351	36500640	13560	2,55	2,85	13,6	0,95	0,851	4000	0,890
16	350500	215	361	37400230	12500	1,99	2,45	14,5	0,99	0,805	4200	0,921
17	340000	210	354	33500800	11350	2,88	2,12	14,8	1,12	0,825	3680	0,864
18	320230	230	375	34300400	15300	2,54	2,47	14,7	1,01	0,830	3740	0,912
19	330200	255	350	35120250	14500	2,65	2,13	14,9	1,13	0,850	3900	0,900
20	340200	251	360	36500640	13560	2,01	2,45	14,2	1,24	0,807	4000	0,855

Задание 2

Определить поверхность и тепловую напряженность конвекционных труб печи, если ее полезная тепловая нагрузка 38400500 ккал/ч. Остальные данные для расчета взять в предыдущем примере расчета поверхности радиантной камеры. Расход воздуха на сгорание 1 кг топлива представлен в таблице в соответствии с вариантом.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расход воздуха	15,00	16,00	15,52	15,42	14,95	14,85	15,85	14,42	14,21	13,75

№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Расход воздуха	14,10	13,85	13,75	13,62	14,00	13,42	16,01	17,23	16,85	14,85

Ректификация

Вариант 1

Определить объемный расход паров в сечении колонны, через которое проходит 9,05 кг/с бензиновых паров (M=114 кг/кмоль) и 2,54 кг/с водяного пара. Температура в указанном сечении 118 °C, давление 0,182 МПа.

Вариант 2

Через секцию отбора дизельной фракции проходит в парах 7,64 кг/с бензина ($M=108$ кг/кмоль), 16,39 кг/с керосина ($M=148$ кг/кмоль) и 2,30 кг/с водяного пара. Температура в секции 256 °С, давление 0,179 МПа. Найти объемный расход паров в данных условиях.

Вариант 3

Определить секундный объем паров в сечении колонны, температура в котором равна 130 °С, давление 0,54 МПа. Через сечение проходит 12,29 кг/с паров фракции I ($M=91$ кг/кмоль) и 4,95 кг/с паров фракции II ($M=106$ кг/кмоль). Коэффициент сжимаемости принять равным 0,95.

Вариант 4

Какова допустимая линейная скорость паров в колонне с клапанными тарелками и расстоянием между ними 0,6 м, если плотность жидкости равна 841 кг/м³, плотность паров 6,37 кг/м³.

Вариант 5

Определить допустимую линейную скорость паров в вакуумной колонне, работающей с водяным паром, если $\rho_{ж}=938$ кг/м³ и $\rho_{п}=4,47$ кг/м³. Расстояние между тарелками 0,6 м.

Вариант 6

Найти диаметр колонны, объем паров в которой равен 14,6 м³/с, а допустимая скорость паров 1,12 м/с.

Вариант 7

Ректификационная колонна оборудована клапанными тарелками, расстояние между ними 0,5 м. Максимальный объемный расход паров в колонне равен 7,94 м³/с, $\rho_{ж}=751$ кг/м³, $\rho_{п}=3,72$ кг/м³. Определить диаметр колонны.

Вариант 8

Допустимая линейная скорость паров в колонне равна 0,96 м/с. Через заданное сечение ($t=320$ °С, $p=0,195$ МПа) проходит 7,97 кг/с паров фракции I ($M=119$ кг/кмоль), 12,86 кг/с паров фракции II ($M=161$ кг/кмоль) 17,07 кг/с паров фракции III ($M=216$ кг/кмоль) и 2,93 кг/с водяных паров. Найти диаметр колонны.

Вариант 9

В концентрационной части ректификационной колонны установлены 18 двухпоточных клапанных тарелок, в отгонной - 6 тарелок. Диаметр колонны 5 м. Расстояние между тарелками 0,6 м. Вниз колонны поступает 160 кг/с отбензиненной нефти ($\rho_4^{20} = 0,856$). Принять запас нефти внизу

колонны на 8 мин и определить общую высоту колонны

Вариант 10

Рассчитать допустимую линейную скорость паров для колонны с провальными тарелками. Плотность жидкой фазы 732 кг/м^3 , плотность паровой фазы $5,24 \text{ кг/м}^3$. Расстояние между тарелками $0,4 \text{ м}$.

Сепараторы

Задание 1.

При прохождении нефтегазовой смеси через штуцер в сепараторе образуются капли нефти диаметром d мкм. Смесь находится под давлением P МПа при $T^{\circ}\text{К}$. Найти скорость осаждения капель нефти и определить пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора по газу, если его диаметр D . Известны плотность нефти, плотность газа и его вязкость, коэффициент сверхсжимаемости.

Параметр	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Давление сепарации, МПа	0,70	0,35	0,50	0,60	0,40	0,45	0,55	0,20	0,24	0,15	0,71	0,34	0,51	0,62	0,44
Температура сепарации, °С	25	30	20	22	32	40	24	28	18	26	20	21	35	33	22
Диаметр сепаратора, м	2,2	1,4	1,2	1,6	1,0	2,0	2,6	3,0	1,6	1,8	2,2	1,4	1,2	1,6	1,0
Диаметр капли нефти, мкм	95	95	100	75	65	80	70	90	50	85	55	60	70	82	91
Плотность нефти, кг/м^3	818	838	860	820	815	845	870	852	887	893	815	824	830	840	880
Плотность газа при НУ, кг/м^3	1,80	0,75	0,90	1,2	0,88	0,84	0,70	0,80	0,67	1,1	0,78	1,15	0,83	1,08	0,95
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5}$ Па·с	3	1,3	2	1,8	1,5	1,2	1,6	1,1	1,4	1,0	2,7	1,3	1,01	2,3	3
Коэффициент сверхсжимаемости	1	0,9	1	0,85	1	0,91	1	0,88	1	0,87	1	0,93	1	0,84	1
Параметр	Варианты														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Давление сепарации, МПа	0,68	0,30	0,50	0,60	0,40	0,45	0,65	0,36	0,24	0,25	0,75	0,35	0,51	0,68	0,44
Температура сепарации, °С	25	30	27	19	30	36	24	28	20	26	20	21	31	33	22
Диаметр сепаратора, м	2,0	1,5	1,2	1,6	1,0	2,0	2,4	3,0	1,6	1,8	2,5	1,3	1,2	1,5	1,0
Диаметр капли нефти, мкм	95	90	95	77	67	83	70	60	50	85	55	60	75	82	92
Плотность нефти, кг/м^3	808	840	870	820	815	845	870	850	890	853	830	864	830	840	880
Плотность газа при НУ, кг/м^3	1,80	0,75	0,90	1,25	0,82	0,89	0,66	0,80	0,67	1,1	0,98	1,15	0,83	1,05	0,95
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5}$ Па·с	2,7	1,3	2	1,8	1,1	1,2	1,6	1,1	1,4	1,0	2,7	1,3	1,03	2,3	3
Коэффициент сверхсжимаемости	1	0,9	1	0,85	1	0,94	1	0,88	1	0,80	1	0,91	1	0,84	1

Задание 2.

Известна пропускная способность по газу вертикального сепаратора, его диаметр, давление и температура в аппарате. Установить, будет ли происходить оседание капель нефти определенного диаметра и плотности в потоке газа известной плотности и вязкости.

Параметр	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Пропускная способность по газу, $\cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{сут}$	4	0,8	0,8	8	1	0,2	1	1,2	1,3	0,4	3,8	0,8	0,9	7,8	1
Давление сепарации, МПа	0,70	0,35	0,50	0,60	0,40	0,45	0,55	0,20	0,24	0,15	0,7	0,34	0,45	0,57	0,44
Температура сепарации, °С	25	30	20	22	32	40	24	28	18	26	24	29	21	22	35
Диаметр сепаратора, м	2,2	1,4	1,2	1,6	1,0	2,0	2,6	3,0	1,6	1,8	2,1	1,3	1,2	1,5	1,1
Диаметр капли нефти, мкм	75	40	120	100	90	65	80	75	65	115	78	38	115	95	89
Плотность нефти, $\text{кг}/\text{м}^3$	818	838	860	820	815	845	870	852	887	893	820	840	855	817	810
Плотность газа при НУ, $\text{кг}/\text{м}^3$	1,80	0,75	0,90	1,2	0,88	0,84	0,70	0,80	0,67	1,1	1,79	0,8	0,88	1,1	0,85
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$	3	1,3	2	1,8	1,5	1,2	1,6	1,1	1,4	1,0	3	1,3	1,8	1,7	1,6
Коэффициент сверхсжимаемости	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Параметр	Варианты														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Пропускная способность по газу, $\cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{сут}$	4	0,9	0,8	7,9	1	0,3	1,1	1,2	1,3	0,4	3,7	0,8	0,9	7,6	1
Давление сепарации, МПа	0,72	0,33	0,55	0,60	0,40	0,45	0,55	0,22	0,24	0,17	0,7	0,34	0,50	0,58	0,43
Температура сепарации, °С	25	30	20	21	31	39	23	28	19	26	24	30	21	22	35
Диаметр сепаратора, м	2,0	1,4	1,3	1,6	0,9	2,0	2,6	3,0	1,6	1,9	2,0	1,3	1,2	1,5	1,1
Диаметр капли нефти, мкм	75	45	118	100	90	66	80	72	65	115	78	40	110	94	88
Плотность нефти, $\text{кг}/\text{м}^3$	816	848	850	825	813	845	868	852	890	893	822	840	855	817	810
Плотность газа при НУ, $\text{кг}/\text{м}^3$	1,80	0,75	0,90	1,2	0,89	0,84	0,70	0,80	0,65	1,1	1,79	0,8	0,86	1,2	0,85
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$	2,8	1,3	2	1,7	1,4	1,1	1,6	1,2	1,4	1,0	3	1,3	1,8	1,7	1,5
Коэффициент сверхсжимаемости	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Задание 3

Через вертикальный сепаратор определенного диаметра проходит нефть с известной вязкостью и плотностью в количестве G . Определить скорость подъема уровня нефти в сепараторе (без учета времени, затрачиваемого на сброс) и диаметр пузырьков газа, которые поднимутся при этой скорости. В сепараторе поддерживается определенное давление, температура и известна плотность газа при условиях сепарации.

Параметр	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Давление сепарации, МПа	1,70	1,85	1,90	1,75	1,80	1,95	1,78	1,82	1,93	1,77	1,71	1,84	1,91	1,82	1,98
Температура сепарации, °С	25	30	20	22	32	30	27	28	28	26	29	31	35	33	22
Диаметр сепаратора, м	0,9	1,1	1,2	1,0	1,0	1,2	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,0	1,1
Количество пропускаемой нефти, т/сут	200	205	210	190	200	195	215	198	211	204	197	205	195	200	194
Плотность нефти, кг/м ³	818	838	860	820	815	845	870	852	887	893	815	824	830	840	880
Плотность газа при Р и Т, кг/м ³	22,1	21,9	22,0	21,8	22,2	20,9	21,0	22,5	20,8	23,0	22,6	21,7	21,0	22,4	23,0
Вязкость нефти, *10 ⁻³ Па*с	10	11	10,5	9,8	10,1	11	10,3	9,6	10,7	9,9	10	10,8	10	10,4	9,8

Параметр	Варианты														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Давление сепарации, МПа	1,70	1,80	1,90	1,75	1,85	1,91	1,72	1,81	1,90	1,70	1,71	1,84	1,91	1,82	1,98
Температура сепарации, °С	35	30	25	26	32	30	29	28	28	26	30	31	34	33	27
Диаметр сепаратора, м	0,9	1,2	1,1	0,9	1,0	1,2	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,0	1,1
Количество пропускаемой нефти, т/сут	200	203	210	190	200	197	214	198	211	200	199	205	195	210	194
Плотность нефти, кг/м ³	820	838	850	825	830	845	870	852	860	853	825	844	850	840	870
Плотность газа при Р и Т, кг/м ³	22,1	21,8	22,0	21,7	22,2	20,7	21,0	22,1	20,8	23,0	22,6	21,7	21,0	22,3	23,0
Вязкость нефти, *10 ⁻³ Па*с	10	11	10,5	9,8	10	11	10,3	9,7	10,7	9,9	10	10,4	10	10,2	9,8

Задание 4.

Определить производительность горизонтального сепаратора по газу, если известны: диаметр и длина сепаратора, расстояние от верхней образующей до уровня нефти. Капельки нефти, оседающие в потоке газа, имеют определенный диаметр, а также известны: относительная плотность газа по воздуху, вязкость газа, плотность нефти. Общие параметры для всех вариантов: плотность воздуха при С.У. - $1,205 \text{ кг/м}^3$, коэффициент сжимаемости газа - $0,95$, рабочее давление в сепараторе - $0,1 \text{ МПа}$, температура в сепараторе - 300^0К

Параметр	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Диаметр сепаратора, м	0,9	1,1	1,2	1,0	1,0	1,2	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,0	1,1
Длина сепаратора, м	4,5	4,0	4,2	4,4	4,0	4,5	4,3	4,6	4,0	4,1	4,2	4,5	4,4	4,3	4,0
Расстояние от верхней образующей до уровня нефти, м	0,50	0,45	0,51	0,46	0,52	0,47	0,50	0,44	0,45	0,51	0,52	0,45	0,50	0,46	0,41
Плотность нефти, кг/м^3	800	780	785	790	800	784	791	788	793	800	779	780	786	791	800
Относительная плотность газа при С.У.	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,90	0,91	0,92
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$	1,0	1,1	1,05	0,99	1,01	1,1	1,03	0,96	1,07	0,98	1,0	1,08	0,97	1,04	0,98
Диаметр капелек нефти, мкм	20	25	21	24	22	23	20	25	21	24	22	23	20	25	21
Параметр	Варианты														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Диаметр сепаратора, м	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,0	0,9
Длина сепаратора, м	4,5	4,0	4,3	4,2	4,0	4,5	4,3	4,4	4,0	4,1	4,2	4,5	4,4	4,3	4,0
Расстояние от верхней образующей до уровня нефти, м	0,45	0,50	0,48	0,47	0,51	0,45	0,50	0,44	0,49	0,46	0,52	0,45	0,50	0,46	0,41
Плотность нефти, кг/м^3	805	800	780	790	785	777	795	798	791	800	775	785	778	805	800
Относительная плотность газа при С.У.	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,90	0,91	0,92
Вязкость газа, $\cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$	1,0	1,1	1,05	0,99	1,01	1,1	1,02	0,95	1,07	0,97	1,1	1,07	0,99	1,03	1,01
Диаметр капелек нефти, мкм	21	25	20	24	22	23	20	25	21	24	22	23	20	25	21

Расчет реакционных устройств термических процессов

Задание 1

Продолжительность термического крекинга гудрона $t_1 = 425$ °С и выходе бензина $\varphi = 6,2$ % масс. составляет $\tau_1 = 2$ мин. Определить продолжительность крекинга τ_2 при $t_2 = 480$ °С той же глубине разложения.

№ варианта	t_1	φ	τ_1	t_2
1	425	6,2	8	480
2	430	7,0	4	490
3	450	8,5	5	500
4	440	7,5	5	500
5	435	6,5	6	485
6	445	8,0	7	470
7	460	9,0	8	490
8	465	9,5	5	500
9	470	10,0	6	500
10	430	6,5	4	480
11	450	8,3	9	490
12	440	7,4	10	470
13	435	6,5	11	470
14	445	8,0	12	480
15	440	7,5	15	490
16	435	6,6	13	485

Задание 2

Определить длину L реакционного змеевика в трубчатой печи легкого крекинга полугудрона плотностью ρ кг/м³, если известно: выход бензина за однократный пропуск сырья X %; температура и давление на выходе из печи составляет t °С и p МПа соответственно; загрузка печи G_c кг/ч.

Номер варианта	ρ	X	t	p	G_c
1	950	4,5	450	1,60	60000
2	952	5,0	460	1,65	55000
3	953	10	470	1,70	56000
4	954	11	480	1,90	54600
5	956	6,0	490	2,12	61200
6	970	6,5	450	2,15	63200
7	975	7,0	460	2,16	64000
8	980	4,5	450	2,50	62850
9	985	6,0	460	2,60	61540

10	990	8,1	470	2,30	55600
11	995	7,5	480	2,60	56000
12	982	9,5	450	2,80	54600
13	990	10,3	460	3,02	61200
14	995	11,0	450	3,20	63200
15	1000	14,0	460	2,22	64000
16	1010	9,0	470	2,45	54200

Задание 3

Определить высоту (H) и диаметр (D) реакционной камеры установки термического крекинга мазута, если известно, что: углубление крекинга ΔX % по бензину; давление в камере p МПа; Температура продуктов на входе в камеру t_1 °С; средняя удельная теплоемкость продуктов $C = 2,51$ кДж/(кг К); скорость реакции крекинга X_1 % масс. бензина в 1 мин при t °С; критические параметры и молекулярные массы продуктов:

газа

$$T_{кр} = 370 \text{ К} \quad P_{кр} = 4,21 \text{ МПа} \quad M=44$$

бензина

$$T_{кр} = 558 \text{ К} \quad P_{кр} = 2,98 \text{ МПа} \quad M=110,4$$

Легкого
газойля

$$T_{кр} = 721 \text{ К} \quad P_{кр} = 1,94 \text{ МПа} \quad M=218$$

Тяжелого
газойля

$$T_{кр} = 905 \text{ К} \quad P_{кр} = 1,33 \text{ МПа} \quad M=400$$

В реакционную камеру входит: G_r кг/ч газа, G_b кг/ч бензина, $G_{лг}$ кг/ч легкого газойля, $G_{тг}$ кг/ч тяжелого газойля и $G_{ост}$ кг/ч остатка.

№ варианта	ΔX	p	t_1	t	X_1	G_r	G_b	$G_{лг}$	$G_{тг}$	$G_{ост}$
1	16	1,60	500	450	0,15	5700	20500	50400	37500	54650
2	18	1,65	510	460	0,20	5800	20300	49600	36800	52410
3	20	1,70	505	470	0,25	5850	20360	49800	36900	56785
4	21	1,90	495	480	0,22	5940	21400	49750	37450	52120
5	22	2,12	510	490	0,20	5640	22302	45120	37410	51240
6	23	2,15	505	450	0,18	5623	25400	46230	36950	49560
7	24	2,16	502	460	0,17	4950	21600	50100	34500	57850
8	25	2,50	500	450	0,16	460	25100	51200	35480	58460
9	20	2,60	510	460	0,22	4100	21800	47500	35680	59854

10	21	2,30	505	470	0,20	4102	20300	46560	36851	56420
11	19	2,60	495	480	0,18	5660	20360	48570	37841	57840
12	22	2,80	500	450	0,17	5640	21400	45120	39845	56980
13	23	3,02	510	460	0,16	6100	22302	46230	34562	51240
14	26	3,20	505	450	0,20	6200	25400	50100	31245	49560
15	25	2,22	495	460	0,25	6300	21600	51200	37410	57850
16	23	2,45	510	470	0,22	6400	24850	50400	36950	58950

Задание 4.

Определить температуру входа гудрона (d_4^{20}) в реактор установки коксования в кипящем слое коксового теплоносителя, если известно производительность установки по сырью $G_c \cdot 10^3$ кг/ч; в реактор подают: $G_{цк} \cdot 10^3$ кг/ч циркулирующего кокса с температурой $t_{цк}$ °С, $G_{вп} \cdot 10^3$ кг/ч водяного пара с температурой $t_{вп}$ °С и давлением $p_{вп}$ МПа и $G_{цг} \cdot 10^3$ кг/ч циркулирующего газойля ($d_4^{20} = 0,925$) с температурой $t_{цг} = 450$ °С; выходы продуктов коксования (кг/ч): газа ($M=34$) $W_g \cdot 10^3$; бензина с к.к. 205 °С ($d_4^{20} = 0,760$) $W_{бенз} \cdot 10^3$, газойля ($d_4^{20} = 0,900$) $W_{газойля} \cdot 10^3$, кокса $W_{кокса} \cdot 10^3$; в реакторе поддерживается температура 530 °С, тепловой эффект процесса $q_p = 209$ кДж/кг сырья.

№ варианта	d_4^{20}	G_c	$G_{цк}$	$t_{цк}$	$G_{вп}$	$t_{вп}$	$p_{вп}$	$G_{цг}$	W_g	$W_{бенз}$	$W_{газойля}$	$W_{кокса}$
1	0,950	80	560	605	20,2	400	0,3	17	17,7	14,8	27,1	20,3
2	0,955	79	569	602	19,5	410	0,3	16	18,1	14,7	26,5	20,1
3	0,960	78	570	599	18,9	420	0,3	15	17,6	15,0	26,6	19,5
4	0,970	75	580	580	19,8	400	0,3	17	16,8	15,6	26,8	18,9
5	0,980	74	590	595	20,1	415	0,3	18	16,9	15,9	24,5	17,6
6	0,990	89	600	610	20,6	410	0,3	17	17,4	16,0	23,6	16,5
7	1,000	90	620	605	17,2	390	0,3	18	16,8	14,3	21,3	18,4
8	1,030	91	640	602	20,2	400	0,3	19	15,9	13,5	25,8	17,7
9	1,020	92	650	599	19,5	410	0,3	16	17,7	13,2	29,5	16,9
10	0,955	95	520	580	18,9	420	0,3	15	18,1	14,1	24,5	19,5
11	0,960	94	490	595	19,8	400	0,3	14	17,6	12,5	26,7	18,6
12	0,970	86	480	610	20,1	415	0,3	17	16,8	12,6	28,5	17,8
13	0,980	84	496	605	20,6	410	0,3	16	16,9	13,5	23,6	14,8
14	0,990	82	500	602	17,2	390	0,3	15	17,4	18,4	21,3	16,5
15	1,000	74	560	599	20,2	420	0,3	15	16,8	17,4	25,8	18,4
16	0,956	76	580	580	19,5	400	0,3	16	15,9	16,5	29,5	17,7

Задание 5

Определить полезную тепловую нагрузку (Q) печи трубчатой установки пиролиза н-бутана, если известно: производительность установки по сырью G кг/ч; температура сырья на входе и выходе продуктов пиролиза на выходе из печи соответственно t_1 и t_2 °С; к сырью добавляют водяного пара X % масс.; параметры водяного пара – температура 179 °С, давление

0,30 МПа; теплота реакции $q_p=1255$ кДж/кг сырья

№ варианта	G	t_1	t_2	X
1	10000	300	800	15
2	10202	320	750	10
3	11500	310	790	13
4	13600	330	800	18
5	14000	320	760	13
6	14500	300	795	19
7	15500	320	800	20
8	14560	310	750	21
9	15000	330	790	22
10	16100	320	800	24
11	10202	300	760	25
12	11500	320	795	16
13	13600	310	800	14
14	10000	330	750	17
15	10202	320	790	18
16	11300	300	800	19

Расчет реакторов каталитических процессов

Задание 1

Рассчитать процесс каталитического риформинга

Исходные данные для расчета:

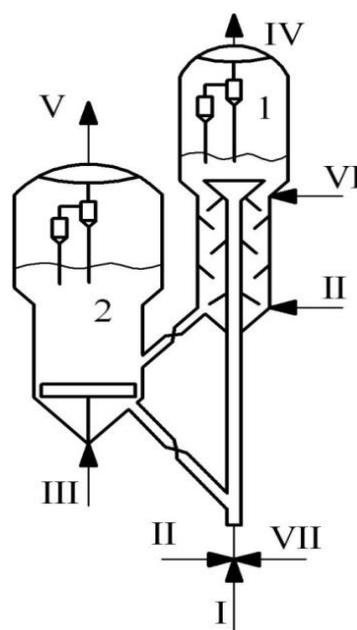
- время работы установки $\tau_p = 340$ дней;
- кратность циркуляции катализатора $K_{ц} = 4,11$;
- условное время контакта сырья с катализатором $\tau = 4$ с;
- количество циркулирующего газойля $x_{цг} = 20$ %;
- температура в реакторе $t_1 = 520$ °С;
- давление в реакторе $P_{рк} = 0,19$ МПа;
- давление в регенераторе $P_{рг} = 0,25$ МПа.

Характеристика вакуумного газойля

Показатель	Значение
Относительная плотность, ρ_4^{20}	0,899
Средняя молекулярная масса, кг/кмоль	353
Коксусеимость, % масс.	0,064

Характеристика катализатора DSE-860P

Показатель	Значение
Насыпная плотность, г/см ³	0,91
Удельная поверхность, м ² /г	259
Средний эквивалентный диаметр, мкм	73
Конверсия, % масс.	75,8
Средний удельный расход катализатора, кг/т	0,25
Кажущаяся плотность катализатора (γ_k), кг/м ³	1350



1 – реактор; 2 – регенератор; I – сырье; II – водяной пар; III – воздух; IV – продукты крекинга; V – дымовые газы; VI – шлам; VII – рециркулят

Схема реакторного блока установки каталитического крекинга лифт-реакторного типа (Г-43-107)

Задания по вариантам

Вариант	Нефть	Производительность, тыс. т/год	Начальная температура процесса, °С	Кратность циркуляции ВСГ к сырью, м ³ /м ³	Давление в реакторе, МПа
1	1	620	482	1500	2,3
2	2	650	490	1600	3,2
3	3	670	490	1600	3,1
4	4	300	490	1500	3,0
5	5	600	480	1500	2,0
6	6	1000	500	1700	4,0
7	1	710	483	1600	2,6
8	2	782	485	1580	2,5

9	3	590	495	1700	3,6
10	4	630	488	1580	2,7
11	5	300	480	1500	2,1
12	6	850	498	1700	3,8
13	1	700	484	1550	2,5
14	2	300	486	1570	2,7
15	3	620	500	1700	3,9
16	4	100	492	1700	3,5

В качестве сырья применяются бензиновые фракции 85 – 180°С .

В таблице представлены основные показатели качества бензиновых фракций следующих нефтей:

- 1- киркукской;
- 2- ромашкинской;
- 3- ухтинской;
- 4- самотлорской;
- 5- нижевартовской;
- 6- смеси шаимской и грозненской.

Показатели качества сырья процесса каталитического риформинга

Показатель	1	2	3	4	5	6
Плотность, кг/м ³	744	742	742	751	753	746
Фракционный состав (объёмный), °С						
10 %	115	109	102	115	112	103
50 %	133	128	124	131	133	116
90 %	160	155	158	158	166	153
Углеводородный состав, %масс.						
ароматические	14	12	9	13	11	11
нафтеновые	20	28	31	28	35	38
парафиновые	66	60	60	59	54	51

Задание 2.

Рассчитать реактор гидроочистки

Исходные данные:

- плотность бензиновой фракции $\rho_0 = 760$ кг/м³ ;
- содержание серы в сырье $S = 0,078$ % масс., в том числе меркаптановой $S_M = 0,0039$ %масс., сульфидной $S_c = 0,039$ % масс., дисульфидной $S_d = 0,0078$ % масс., и тиофеновой $S_T = 0,0273$ % масс., содержание непредельных углеводородов 2 % масс. на сырье;

- остаточное содержание серы в очищенной бензиновой фракции $S_6=0,0001$ % масс., то есть степень или глубина гидрообессеривания должна быть 99,87 % масс.;

- температура газо-сырьевой смеси на входе в реактор 340^0 С.

Составы ВСГ и ЦВСГ представлены в таблицах.

Состав ВСГ с установки Л-35/6

Компонент	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	i-C ₄ H ₁₀	Бензин	Плотность ρ, кг/м ³
Объемная доля, % об.	84,45	8,79	4,21	1,4	0,21	0,23	0,06	0,277
Массовая доля, % масс.	29	23,98	21,5	10,76	2,11	2,27	9,63	

Состав ЦВСГ

Компонент	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	i-C ₄ H ₁₀
Объемная доля y , % об.	80,14	14,3	4,18	0,96	0,21	0,21
Мольная доля y' , % мольн.	80,16	14,26	4,19	0,96	0,22	0,22
Массовая доля y , % масс.	27,57	39,24	21,6	7,26	2,15	2,15
Молекулярная масса M , г/моль	2	16	30	44	58	58
Плотность ρ, кг/м ³	0,089	0,71	1,34	1,96	2,59	2,59
Константа фазового равновесия, K_p	30,0	4,5	1,35	5,22	0,27	0,195
Удельная теплоемкость, C_p , кДж / кг · К	14,57	3,35	3,29	3,23	3,18	3,18

В процессе гидроочистки используем катализатор АКМ, характеристика которого приведена ниже

Характеристика катализатора АКМ.

Показатель	АКМ
Насыпная плотность, кг/м ³	680
Удельная поверхность, м ² /г	120
Содержание, % масс:	
CoO, не менее	4
NiO, не менее	0
MoO ₃ , не менее	12
Fe ₂ O ₃ , не более	0,16
Na ₂ O ₃ , не более	0,08

Носитель	Al ₂ O ₃
Диаметр гранул, мм	4...5
Индекс прочности, кг/мм	1,1
Относительная активность по обессериванию, усл. ед., более	95
Межрегенерационный период, мес.	11
Общий срок службы, мес.	36

Задания по вариантам

Вариант	Производительность, тыс. т/год	Объемная скорость подачи сырья, м ³ /м ³	Кратность циркуляции ВСГ к сырью, м ³ /м ³	Средняя температура в реакторе, °С	Давление в реакторе, МПа
1	800	2,3	200	300	3,1
2	820	2,1	240	290	3,0
3	900	2,2	250	295	2,9
4	700	2,4	270	305	4,0
5	830	2,0	280	285	3,5
6	720	2,1	290	295	3,6
7	770	2,2	300	310	4,1
8	890	2,3	340	305	2,8
9	834	2,4	350	300	3,3
10	717	2,5	400	290	3,4
11	788	2,0	420	295	3,7
12	844	2,1	460	305	4,0
13	850	2,2	470	285	3,2
14	750	2,3	410	295	3,9
15	600	2,3	420	310	3,0
16	660	2,4	430	305	3,1

2. Собеседование по темам разделов

В течение семестра проводится контроль усвоения теоретического и практического курса дисциплины посредством проведения собеседований по темам разделов. Вопросы строго соответствуют темам, указанным в таблице 5 настоящей рабочей программы. Вопросы также могут включать в себя элементы расчетов или объяснение уже сделанных расчетов студентом в самостоятельной работе.

Примеры вопросов для собеседования

1. Что является движущей силой процесса ректификации (других процессов)?
2. Что такое движущая сила?
3. Расскажите последовательность расчета насоса (другого оборудования).
4. Принципы технологического расчета оборудования
5. Что является абсолютным и избыточным давлением?
6. Что такое смоченный периметр?
7. Что такое расход?
8. Что такое местные сопротивления на трубопроводе?
9. Как построить кривую однократного испарения?
10. Что такое мощность и производительность оборудования?
11. Что такое кавитация?
12. Теплообменники, конденсаторы, холодильники, кипятильники, испарители: принцип работы, устройство, последовательность расчета, основные характеристики, отличия.
13. Что такое тепловой расчет?
14. Что такое тепловая нагрузка?
15. Что такое поверхность теплообмена?
16. Что такое коэффициент теплопередачи?
17. Последовательность расчета трубчатой печи. Особенности расчета радиантной секции. Особенности расчета конвекционной секции.
18. Что такое теплонапряженность поверхности нагрева?
19. Что такое коэффициент полезного действия?

3. Курсовая работа – выполнение обязательно

Курсовая работа – самостоятельная учебно-методическая работа студента университетов, выполняемая под руководством преподавателя по общенаучным и специальным дисциплинам учебного плана.

Курсовая работа имеет цель развития у студентов навыков самостоятельной творческой работы, овладения методами современных научных исследований, углубленное изучение какого-либо вопроса, раздела учебной дисциплины (включая изучение литературы и источников).

Выполнение курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями СТО У.003-2017 и РД 012-2012 ФГБОУ ВО «КнАГУ».

Курсовая работа, выполняемая студентами в рамках изучения дисциплины «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки», ориентирована на самостоятельное глубокое изучение классификации, номенклатуры и нормативно-технической документации, регламентирующей выпуск в РФ товарных топливных и нетопливных нефтепродуктов различного назначения.

Примерная структура курсовой работы:

- Титульный лист;
- Задание на курсовую работу;
- Содержание;
- Введение – отражает цель работы и значение исследуемого объекта в нефтеперерабатывающей промышленности;
- Литературный обзор – отражает суть рассматриваемого процесса или аппарата, область и цель его применения, возможные варианты осуществления процесса, с учетом информации полученной в ходе патентного поиска, особенности эксплуатации оборудования и т.д.;
- Инженерная часть – производятся расчеты в соответствии с поставленной целью и заданием преподавателя;
- Заключение;
- Список использованных источников.

Этапы выполнения курсовой работы представлены в СТО У.003-2017 (п. 7.5-7.10).

Аттестация курсовой работы осуществляется следующим образом. Законченная и полностью оформленная в соответствии с РД 012-2012 работа и ее электронная версия представляется руководителю для проверки и предварительной оценки.

Работа, не отвечающая установленным требованиям, возвращается для доработки с учетом сделанных замечаний и повторно предъявляется в срок, указанный руководителем, но до начала экзаменационной сессии. Основания для возвращения указаны в СТО У.003-2017 (п. 8.2.8).

Защита курсовой работы является обязательной, проводится в виде собеседования на учебных занятиях.

Студенты, не защитившие курсовую работу, считаются имеющими академическую задолженность и не допускаются к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Перечень примерных тем:

1. Расчет печи висбрекинга
2. Расчет абсорбера для очистки углеводородного газа от меркаптанов
3. Расчет реактора алкилирования изобутана олефинами
4. Подбор и расчет газогенератора установки газификации твердого топлива
5. Расчет экстрактора для процесса регенерации серной кислоты с установки сернокислотного алкилирования
6. Расчет реактора гидроочистки дизельного топлива
7. Расчет реактора изомеризации парафиновых углеводородов для получения высокооктановых компонентов бензиновых топлив
8. Расчет реактора пиролиза легкой бензиновой фракции НК-62 °С
9. Расчет абсорбера очистки газа от кислых компонентов растворами алканоламинов

- 10.Расчёт реакторного блока установки каталитического риформинга
- 11.Расчет реакторного блока технологии изомеризации углеводородов присутствии катализаторов на основе ионных жидкостей
- 12.Расчет реакторного блока риформинга
- 13.Расчет реакторного блока гидроочистки и депарафинизации
- 14.Расчет факельной системы для установки гидрокрекинга
- 15.Проектирование и расет резервуаров
- 16.Расчет блока аминовой очистки ВСГ гидроочистки
- 17.Расчет колонны стабилизации для газофракционирующей установки
- 18.Расчет реакторного блока окислительного пиролиза метана

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

8.1 Основная литература

1. Поникаров, С.И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-174-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/184786>

2. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М, 2006. - 608 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 5-98281-059-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/106863>

3. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопераработки (примеры и задачи): Учебное пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.: ил.; 60x90 1/16. (п) ISBN 978-5-98281-132-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/135286>

4. Нефтепереработка: практический вводный курс: учебное пособие / Подвинцев И.Б., - 2-е изд., перераб. И доп. – Долгопрудный: Интеллект, 2015. – 160 с. ISBN 978-5-91559-190-4//www.znanium.com/catalog.php, ограниченный. – Загл. С экрана.

5. Зимняков, В. М. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств [Электронный ресурс] : учебник / Зимняков В.М., Курочкин А.А., Спицын И.А. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 360 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - 8-е изд., перераб. - М.: Химия, 1991. - 789с. – 15 экз
2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.2 : Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. - М.: Химия, 1992. - 384с. -20 экз
3. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. - М.: Химия, 1992. - 416с. – 18 экз

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Химический портал <http://www.xumuk.ru>, Режим доступа свободный
2. Химический портал <http://chem21.info>, Режим доступа свободный
3. Википедия <http://ru.wikipedia.org>, Режим доступа свободный
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] <http://elibrary.ru>, Режим доступа свободный.
5. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс] <http://en.edu.ru>, Режим доступа: свободный.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Петров, В.В. Расчет процессов и аппаратов ректификации: учебное пособие / В.В. Петров, А.В. Моисеев. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 156 с.
2. Моисеев, А. В. Расчетные методы определения физико-химических свойств углеводородных систем, нефтей и нефтепродуктов: примеры и задачи / А.В. Моисеев, учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре «КНАГТУ», 2010. – 179 с.
3. Моисеев, А.В. Расчет моделей химических реакторов : методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / А.В. Моисеев, Г.М. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013. – 15 с.
4. Моисеев, А.В. Аналитическое решение прямой задачи химической кинетики: методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев, Г.М. Гринфельд. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО "КНАГТ", 2013. – 36.
5. Моисеев, А.В. Термодинамический анализ химических реакций:

методические указания к лабораторной работе по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО "КНАГТУ", 2013. – 36.

6. Методики расчетов по дисциплине «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» представлены /<https://knastu.ru/students/>личный кабинет.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки» предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем: Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian, Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian, Браузер Mozilla Firefox или Браузер Google Chrome. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольных работ.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации программы дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения	Преподаватель имеет возможность проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары,

		<p>и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач-скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.</p>	<p>конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.</p>
--	--	---	--