

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

22.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.10 Основы конструирования и расчета технологического оборудования

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Оборудование нефтегазопереработки

Курс 4, 5

Семестр 8, 9

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	4	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	6	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	9	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	138	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	9	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	А.Н. Григорьев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра транспортно-технологических машин

17.02.2023	протокол №	6	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский  
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 27.02.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность применять знания по технологии и оборудованию нефтегазопереработки	ПК-1.1 Применяет знания технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации	<p><b>знания:</b> Технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации</p> <p><b>умения:</b> Использует технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологические схемы переработки нефти и газа; инструкции и правила промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основные технологические процессы и режимы производства, виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации</p> <p><b>навыки:</b> Применяет технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципы их работы и правила технической эксплуатации; технологические схемы переработки нефти и газа; инструкции и правила промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основные технологические процессы и режимы производства, виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации</p>

2. ПК-2 Способен выполнять работы по проектированию технологического оборудования	ПК-2.1 Контролирует выполнение требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские	<b>знания:</b> Требования технологического регламента при проведении технологического <b>умения:</b> Анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские работы <b>навыки:</b> Применяет технологический регламент при проведении технологического процесса, анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские работы
3. ПК-3 Способен участвовать в повышении эффективности работы технологического оборудования	ПК-3.1 Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта	<b>знания:</b> Методы повышения эффективности работы технологического оборудования объекта <b>умения:</b> Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта <b>навыки:</b> Применяет методы повышения эффективности работы технологического оборудования объекта

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы нефтегазового дела (ПК-1), Процессы и аппараты нефтегазопереработки (ПК-1), Транспорт и хранение продуктов нефтегазопереработки (ПК-1), Тепло- и массообменные процессы и аппараты технологических систем (ПК-1), Методы и средства неразрушающего контроля оборудования (ПК-1), Надежность технологического оборудования нефтегазопереработки (ПК-1), Процессы и аппараты нефтегазопереработки (ПК-2), Конструкции и прочность машинного оборудования (ПК-2), Методы и средства неразрушающего контроля оборудования (ПК-2), Надежность технологического оборудования нефтегазопереработки (ПК-2), Процессы и аппараты нефтегазопереработки (ПК-3), Сертификация систем качества (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-1), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-2); практиках: Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный

подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, проблемная лекция

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы конструирования и расчета технологического оборудования нефтепереработки</b>	<b>72</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Лекция. Основное оборудование НПЗ. Расчет трубчатых печей.	2	
Практическое занятие. Основные соотношения для механических расчетов. Расчет опор аппаратов.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата 1. Расчет газодиффузионной установки НПЗ. 2. Расчет атмосферно-вакуумной трубчатки 3. Расчет установки гидродепарафинизации 4. Расчет установки гидрокрекинга 5. Расчет установки гидроочистки дизельного топлива 6. Расчет установки изомеризации НПЗ 7. Расчет установки каталитического крекинга НПЗ 8. Расчет установки каталитического риформинга 9. Расчет установки сернокислотного алкилирования 10. Расчет установки электрообессоливания	68	
Иная контактная работа:	0	

##### 9 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы конструирования и расчета технологического оборудования газопереработки</b>	<b>72</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Практическое занятие. Газоперерабатывающие предприятия. Расчет газодиффузионной установки. Производство сжиженного природного газа	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы

Выбор конструкционных материалов для элементов колонны.

Определение толщины стенки корпуса

Определение толщины стенки днищ, люков, штуцеров.

Выбор цилиндрической опоры для колонного аппарата

Расчет аппарата на ветровую нагрузку, проверка прочности и устойчивости корпуса аппарата и опорной обечайки от совместного действия внутреннего (наружного) избыточного давления, веса и ветрового изгибающего момента.

Расчет фланцевого соединения люка с крышкой (определение болтовой нагрузки, выбор прокладки, определение числа и диаметра болтов, проверка условия прочности фланцев и герметичности фланцевого соединения).

Расчет укрепления отверстий в аппарате.

Вариант П (а)

Рассчитать печь с пароперегревателем для нагрева мазута. Топливо - малосернистый мазут, схема которой представлена на рисунке 2.

Исходные данные. Состав мазута:  $C = 84,6 \%$ ,  $H = 11,7 \%$ ,  $O = N = 0,3 \%$ ;  $S = 0,3 \%$ ;  $A = 0,1 \%$ ;  $W = 3,0 \%$  ( $W$ - содержание влаги в топливе). Остальные исходные данные приведены в табл. 3.

Содержание расчета

Рассчитать процессы горения.

Рассчитать камеру конвекции.

Рассчитать пароперегреватель.

Определить основные размеры трубчатой печи, камеры конвекции, пароперегревателя.

Выполнить эскизный проект трубчатой печи.

Вариант П (б)

Рассчитать печь без пароперегревателя для нагрева мазута. Топливо газообразное. Схему трубчатой печи взять из рисунка 2, исключив пароперегреватель.

Исходные данные. Состав топлива:  $W_2 = 2,8 \%$ ;  $W_4 = 33,2 \%$ ;  $W_2 W_6 = 47,6 \%$ ;  $W_3 W_8 = 7,3 \%$ ;  $W_4 W_{10} = 8 \%$ ;  $W_2 = 1,1 \%$  (% об.). Остальные исходные данные приведены в табл. 4.

Содержание расчета

Рассчитать процессы горения.

Рассчитать камеру конвекции.

Определить основные размеры трубчатой печи, камеры конвекции.

Выполнить эскизный проект трубчатой печи.

выполнение курсового проекта/работы	0	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает написание реферата в 8 семестре. Возможные темы для подготовки реферата изложены в электронном курсе. Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем. Объем реферата 10 - 15 страниц машинописного текста, кегль 14.

Изучение дисциплины включает выполнение курсового проекта в 9 семестре. Задание на курсовой проект, требования к расчетной и графической части, методические рекомендации к выполнению изложены в электронном курсе.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен; по курсовому проекту (работе) является дифференцированный зачёт.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Лашинский, Александр Александрович. Конструирование сварных химических аппаратов [Текст] : справочник / А. А. Лашинский ; под ред. А. Р. Толчинского. Изд. 2-е, стер. Москва: Альянс, 2013. - 381, [1] с. ISBN 978-5-903034-37-6. Экземпляры: всего 20.	20
2.	Гайле, Александр Александрович. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие : [по специальностям 240401 "Химическая технология органических веществ", 240403 "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" и направлению подготовки магистров 240100.68 "Химическая технология"] / А. А. Гайле, В. Е. Сомов. Санкт-Петербург: Химиздат, 2012. - 374, [1] с. ISBN 978-5-93808-199-4. Экземпляры: всего 29.	29
3.	Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] / Потехин В. М., Потехин В. В. 3-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 896 с. ISBN 978-5-8114-1662-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211751">https://e.lanbook.com/book/211751</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	203 (II)	Доска аудиторная 1000*1500 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Мультимедийный проектор Hitachi CP-X400 (1), Проц.блок (+Монитор 19" LG ) Aquarius Elt DF 1800 (1), Экран настенный Rollifix Premium 240*240см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	215 (II)	Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплекс лаб. автоматизир.	Microsoft Windows Enterprise, Справочная

		"Детали машин-передачи" (1), Лабораторный стол с ящиками (7), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1)	правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
--	--	---	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет № 0

1. Основное оборудование нефтеперерабатывающих заводов

2. Технология малотоннажного производства СПГ

#### Вопрос 1

Какие фракции получаются на выходе атмосферного блока АВТ?

Бензиновая, керосиновая, легкое ДТ, тяжелое ДТ, мазут

Пропан-бутановая, бензин НК-70°C, бензин 95-170°C, авиационный керосин, дизельное топливо, вакуумный газойль, гудрон

Пропан-бутановая, бензин НК-70°C, бензин 95-170°C, авиационный керосин, дизельное топливо

Бензиновая, керосиновая, дизельное топливо, мазут

#### Вопрос 2

Какие фракции получаются на выходе вакуумного блока АВТ?

Пропан-бутановая, бензин НК-70°C, бензин 95-170°C, авиационный керосин, дизельное топливо, вакуумный газойль, гудрон

Бензиновая, керосиновая, легкое ДТ, тяжелое ДТ, мазут

Пропан-бутановая, бензин НК-70°C, бензин 95-170°C, авиационный керосин, дизельное топливо

Бензиновая, керосиновая, дизельное топливо, мазут

#### Вопрос 3

Куда поступает для дальнейшей переработки фракция Бензин НК-70°C?

На установку изомеризации

На автоматизированную станцию смешения бензинов

На установку каталитического риформинга

На установку сернокислотного алкилирования

#### Вопрос 4

Куда поступает для дальнейшей переработки фракция Стабильный бензин 115-180°C?

На установку каталитического риформинга

На установку изомеризации

На автоматизированную станцию смешения бензинов

На установку сернокислотного алкилирования

Вопрос 5

Риформинг осуществляется:

В реакторах в среде водорода на полиметаллическом катализаторе

В реакторах в среде аммиака на платиновом катализаторе

В реакторах в среде водорода на циркониевом катализаторе

В реакторах на циркониевом катализаторе

Вопрос 6

Цель электрообессоливающей установки:

Обезвоживание поступающей нефти, не более 0,1 – 0,2%, выделение солей и других примесей не более 3 – 5 мгм на дециметр кубический

Обезвоживание поступающей нефти, не более 0,2 – 0,3%, выделение солей и других примесей не более 5 – 7 мгм на дециметр кубический

Обезвоживание поступающей нефти, не более 0,1 – 0,2%, выделение солей и других примесей не более 5 – 7 мгм на дециметр кубический

Обезвоживание поступающей нефти, не более 0,1 – 0,2%, выделение солей и других примесей не более 1 – 3 мгм на дециметр кубический

Вопрос 7

В Российской Федерации действуют

30 ГПЗ

25 ГПЗ

35 ГПЗ

40 ГПЗ

Вопрос 8

Какое место в мире занимает РФ по добыче газа?

3

2

1

4

Вопрос 9

Что из перечисленного относится к наиболее распространенной технологии производства СПГ СЗМР?

Два контура хладагента: 1й-пропан; 2й-СХА

Два контура смешанных хладагентов

Три контура смешанных хладагентов в схеме каскад

1й контур СХА –высококипящий, 2й – СХА полное сжижение природного газа

Вопрос 10

Сколько во всем мире заводов СПГ находится в арктической зоне?

2

3

6

8

Вопрос 11

Каковы основные тенденции эволюции технологий сжижения природного газа?

Все перечисленное

Применение смешанных хладагентов

Увеличение производительности

Уменьшение количества контуров охлаждения

Вопрос 12

Малотоннажным производством считается производство СПГ до

10 т/час

20 т/час

30 т/час

40 т/час

Вопрос 13

В нашей стране наиболее распространенной в малотоннажном производстве является технология основанная:

На дроссельном цикле высокого давления и его модификациях

На перепаде давлений на ГРС

На азотном детандерном цикле внешнего охлаждения и его модификациях

На смесевом цикле внешнего охлаждения и его модификациях

Вопрос 14

Как расшифровывается марка поршневого компрессора 4ВМ10- 120/9?

Цифра 4 обозначает число рядов, В – воздушный, М – оппозитный, 10 – поршневое усилие в т, 120 – производительность по условиям всасывания, , 9 – давление конечное абсолютное, кг//span>

Цифра 4 обозначает число рядов, В – воздушный, М – мостовой, 10 – поршневое усилие в т, 120 – производительность по условиям всасывания, /span>, 9 – давление конечное абсолютное, кг//span>

Цифра 4 обозначает число рядов, В – воздушный, М – кривошипно-шатунный, 10 – поршневое

усилие в т, 120 – производительность по условиям всасывания,  $\text{кг/с}$ , 9 – давление конечное абсолютное,  $\text{кг/с}$

Цифра 4 обозначает число ступеней, В – влагоотделение, М – оппозитный, 10 – поршневое усилие в т, 120 – давление нагнетания,  $\text{кг/с}$ , 9 – давление конечное абсолютное,  $\text{кг/с}$

Вопрос 15

Как расшифровывается аббревиатура охлаждающего аппарата «АВО»?

Аппарат воздушного охлаждения

Аппарат водяного охлаждения

Аппарат внешнего охлаждения

Аппарат внутреннего охлаждения

Вопрос 16

Теплообменные аппараты являются самыми многочисленными среди других аппаратов технологических установок НПЗ и ГПЗ, могут достигать по массе и стоимости всего оборудования

От 40 до 50%

От 30 до 40%

От 25 до 40%

От 50 до 60%

Вопрос 17

Что является недостатком кожухо-трубчатого теплообменника жесткой конструкции с неподвижными трубными решетками?

При большой разнице температур продуктов, свыше  $^{\circ}\text{C}$ , происходит деформация аппарата, способная вызвать его разрушение

Невозможна механическая чистка внутренней поверхности труб. Загрязненную среду необходимо направлять в межтрубное пространство

Такие теплообменники менее компактны, более металлоемкие

Такой аппарат ограничивает диапазон работы по давлению

Вопрос 18

Пластинчатые теплообменники отличаются:

Компактностью, высоким коэффициентом теплопередачи, низкими тепло потерями, низкими потерями давления и простотой обслуживания

Пластинчатый пакет состоит из круглых точно штампованных тепло проводящих пластин, которые сварены с помощью лазера вместе в кассеты

Холодный продукт через приемный патрубок подается в распределительную камеру, разделенную перегородкой. Поток проходит через верхнюю часть труб, меняет направление и отражаясь от дна направляется в нижнюю часть трубного пучка

Линзовые компенсаторы устанавливаются на корпусах малых диаметров, работающих при невысоких давлениях

#### Вопрос 19

Постановка вопроса о создании комплексов сжиженного природного газа (СПГ) собственными силами предполагает:

Все перечисленное

Наличие собственной запатентованной технологии производства СПГ

Разработку проектной документации на основе указанной технологии

Строительство объектов и комплекса СПГ в целом с использованием материалов и оборудования собственного производства

#### Вопрос 20

Главный криогенный теплообменник является основным видом оборудования в любой технологии сжижения с применением смешанного хладагента. Здесь газ охлаждается и окончательно сжижается при температуре:

- 161°С

- 171°С

- 151°С

- 141°С

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Основное оборудование нефтеперерабатывающих заводов
2. Атмосферный и вакуумный блок установки АВТ
3. Газоперерабатывающие предприятия в нашей стране и в мире
4. Основная продукция газоперерабатывающих предприятий
5. Эволюция технологий сжижения газа
6. Технология малотоннажного производства СПГ
7. Перспективные технологии производства СПГ
8. Устройство и назначение поршневых компрессоров
9. Устройство и назначение центробежных компрессоров
10. Кожухо-пластинчатый теплообменник. Устройство и назначение
11. Кожухо-трубчатые теплообменники. Устройство и назначение
12. Теплообменники труба в трубе. Устройство и назначение
13. Пластинчатые теплообменники. Устройство и назначение
14. Расчет тонкостенных цилиндрических аппаратов, работающих под внутренним давлением

15. Расчет тонкостенных цилиндрических аппаратов, работающих под внешним давлением
16. Расчет фланцевых соединений труб, трубной арматуры и аппаратов
17. Расчет опор колонных аппаратов
18. Расчет цилиндрических и конических опор колонных аппаратов, подверженных ветровой или сейсмической нагрузке
19. Расчет теплообменников труба в трубе
20. Расчет кожухо-трубчатых испарителей
- 21.