

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.02.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КОМПРЕССОРНЫХ
СТАНЦИЙ**

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Профиль подготовки (специализация) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили
доцент, канд. техн. наук Петров Олег Николаевич

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Изучение студентами производственного процесса эксплуатации оборудования компрессорных станций и ознакомления их с принципами разработки, проектирования, конструирования, реализации и управления технологическими процессами и производствами в газовой отрасли с применением современных энергосберегающих технологий

1.2 Задачи изучения дисциплины:

Ознакомление студентов с устройством и принципом работы основного и вспомогательного оборудования компрессорных станций, эксплуатацией, ремонтом и обслуживанием основного и вспомогательного оборудования станций; технологическими схемами и генеральными планами станций, а также формирование умений и навыков определять неисправности оборудования и профессионально их устранять; эффективно использовать компрессорное оборудование, принимать обоснованные технико-экономическими расчетами инженерные решения и режимы работы газоперекачивающих агрегатов; сопровождать технологические процессы производства, применять современные энергосберегающие технологии.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-13 Способен разрабатывать планы организации и обеспечения технологических процессов	
ПК-13.1 Разрабатывает планы организации технологических процессов	знать руководящие документы по разработке и оформлению технической документации, устанавливающие требования к эксплуатации компрессорных станций; уметь разрабатывать технологические схемы компрессорных станций; владеть навыками разработки планов организации технологических процессов компрессорных станций.
ПК-13.2 Сопровождает технологические процессы нефтегазового производства	знать технологии транспортировки по системам магистральных газопроводов; уметь оценивать объемы транспортировки по системам магистральных газопроводов; владеть навыками сопровождения технологических процессов компрессорных станций.
ПК-11 Способен организовывать производственный процесс эксплуатации нефтегазового оборудования станций систем трубопроводного транспорта	

ПК-11.1 Анализирует показатели работы оборудования станций систем трубопроводного транспорта	<p>знать назначение, устройство и принцип работы компрессорного оборудования станций газопроводов; технологические схемы компрессорной станции; схемы установки основного оборудования и других систем вспомогательного назначения;</p> <p>уметь анализировать показатели работы оборудования компрессорных станций; выявлять отклонения от нормальной работы; владеть навыками анализа показателей работы основного и вспомогательного оборудования компрессорных станций.</p>
ПК-11.2 Принимает рациональные решения по оптимизации режимов работы и форм обслуживания оборудования станций систем трубопроводного транспорта	<p>знать методы регулирования режимов работы компрессорных станций;</p> <p>уметь принимать обоснованные технико-экономическими расчетами инженерные решения и режимы работы компрессоров</p> <p>владеть навыками организации и контроля работы компрессорных станций.</p>
ПК-11.3 Организует контроль работы станций систем трубопроводного транспорта	<p>знать руководящие документы по организации работы компрессорных станций;</p> <p>уметь обеспечить выполнение заданных режимов работы технологических процессов компрессорных станций;</p> <p>владеть навыками организации и контроля работы компрессорных станций</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины.

URL-адрес и название электронного обучающего курса

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=35865>

Дисциплина реализуется с применением ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	0,8 (28)	0,8 (28)
занятия лекционного типа	0,3 (12)	0,3 (12)
практические занятия	0,4 (16)	0,4 (16)
Самостоятельная работа обучающихся	2,2 (80)	2,2 (80)
Вид промежуточной аттестации (Курсовой проект)	36	КП, Экзамен

3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
Раздел 1. Газоперекачивающее оборудование компрессорных станций					
1.	Лек	Лекция 1 Технологическая схема КС	1	2	1
2.	Лек	Лекция 2 Состав оборудования компрессорных станций	1	2	1
3.	Лек	Лекция 3 Газоперекачивающие агрегаты КС	1	2	1
4.	Лек	Лекция 4 Компоновка компрессорного цеха	1	2	1
5.	Лек	Лекция 5 Вспомогательные системы КС	2	2	2
6.	Пр	Практическое занятие 1 Определение свойств природного газа	2	2	2
7.	Пр	Практическое занятие 2 Расчет пылеуловителей	2	2	2
8.	Пр	Практическое занятие 3 Подбор основного оборудования для перекачки газа КС	4	2	4
9.	Ср	Самостоятельная работа	40	2	40
Раздел 2. Сооружение и эксплуатация компрессорных станций					
1.	Лек	Лекция 6 Принципы сооружения КС	2	2	2
2.	Лек	Лекция 7 Основные неисправности и способы устранения неполадок центробежных и поршневых машин	4	2	4
3.	Пр	Практическое занятие 4 Расчет режимов работы компрессорных станций	4	2	4
4.	Пр	Практическое занятие 5 Расчет аппаратов воздушного охлаждения	4	2	4
5.	Ср	Самостоятельная работа	40	2	40
6.	КП	Курсовой проект		2	
7.	Экзамен	Экзамен	36	2	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Коршак А. А. Компрессорные станции магистральных газопроводов: учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавриата "Нефтегазовое дело". - Ростов-на-Дону: Феникс, 2016. - 158 с..

2. Петров О. Н., Сокольников А. Н., Верещагин В. И., Агровиченко Д. В. Сооружение и эксплуатация насосных и компрессорных станций [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Красноярск: СФУ, 2018. - 190 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/i-471950.pdf>.

3. Лурье М. В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа: учебное пособие для вузов по специальности "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" направления "Нефтегазовое дело". - Москва: ЛитНефтегаз, 2004. - 350 с..

4. Шаммазов А. М., Александров В. Н., Гольянов А. И. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: учебник для вузов. - Москва: Недра, 2003. - 403 с..

5. Петров Насосные и компрессорные установки и станции [Электронный ресурс]: [учеб.-метод. комплекс для 23.03.03.07 Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (трубопроводный транспорт нефти и газа)]. - Красноярск: СФУ, 2017. - – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9466>.

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.

2. КОМПАС-3D V9. Инженерное программное обеспечение для проектирования компании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>

2. Официальный сайт компании АК «Транснефть» <http://transneft.ru/>

3. Официальный сайт компании ПАО «Газпром» <http://www.gazprom.ru/>

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1) учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами обучения (проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета;

2) помещение для самостоятельной работы, оснащенные специализированной мебелью (аудиторные столы и стулья; аудиторная доска) и техническими средствами (12 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю) Б1.В.ДВ.02.02 Технологические процессы
компрессорных станций

Направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами

Семестр	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11: Способен организовывать производственный процесс эксплуатации нефтегазового оборудования станций систем трубопроводного транспорта			
2	ПК-11.1: Анализирует показатели работы оборудования станций систем трубопроводного транспорта	Знает назначение, устройство и принцип работы компрессорного оборудования станций газопроводов; технологические схемы компрессорной станции; схемы установки основного оборудования и других систем вспомогательного назначения	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет анализировать показатели работы оборудования компрессорных станций; выявлять отклонения от нормальной работы	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Владеет навыками анализа показателей работы основного и вспомогательного оборудования компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
2	ПК-11.2: Принимает рациональные решения по оптимизации режимов работы и форм обслуживания оборудования станций систем трубопроводного транспорта	Знает методы регулирования режимов работы компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет принимать обоснованные технико-экономическими расчетами инженерные решения и режимы работы компрессоров	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

		Владеет навыками регулирования режимов работы компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
2	ПК-11.3: Организовывает контроль работы станций систем трубопроводного транспорта	Знает руководящие документы по организации работы компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет обеспечить выполнение заданных режимов работы технологических процессов компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Владеет навыками организации и контроля работы компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
ПК-13: Способен разрабатывать планы организации и обеспечения технологических процессов			
2	ПК-13.1: Разрабатывает планы организации технологических процессов	Знает руководящие документы по разработке и оформлению технической документации, устанавливающие требования к эксплуатации компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет разрабатывать технологические схемы компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Владеет навыками разработки планов организации технологических процессов компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

			задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
2	ПК-13.2: Сопровождает технологические процессы нефтегазового производства	Знает технологии транспортировки по системам магистральных газопроводов	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет оценивать объемы транспортировки по системам магистральных газопроводов	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Владеет навыками сопровождения технологических процессов компрессорных станций	Разноуровневые задания и задачи. Курсовой проект. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

2 Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

Разноуровневые задания и задачи

1) Определение свойств природного газа

Выполнить расчет газовой смеси, данной по варианту (таблица 1).

Таблица 1 – Варианты составов газа

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Метан – 98,8	Метан – 98,6	Метан – 99,2	Метан – 99,0	Метан – 98,4
Этан – 0,07	Этан – 0,06	Этан – 0,12	Этан – 0,028	Этан – 0,07
Пентан – 0,01	Пентан – 0,01	Пентан – 0,01	Пропан – 0,007	Пропан – 0,01
Двуокись углерода – 0,29	Двуокись углерода – 0,19	Двуокись углерода – 0,01	Бутан – 0,003	Пентан – 0,01
Азот – 0,83	Азот – 1,14	Азот – 0,66	Двуокись углерода – 0,063	Двуокись углерода – 0,2
			Азот – 0,899	Азот – 1,31

Продолжение таблицы 1

Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
Метан – 98,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,02 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,0	Метан – 98,4 Этан – 0,13 Пропан – 0,01 Бутан – 0,005 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,145 Азот – 1,3	Метан – 97,2 Этан – 0,12 Пропан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,1 Азот – 2,56	Метан – 95,1 Этан – 0,32 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 4,21	Метан – 98,4 Этан – 0,07 Пропан – 0,01 Двуокись углерода – 0,4 Азот – 1,1
Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15
Метан – 97,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,06 Азот – 1,6	Метан – 94,8 Этан – 1,2 Пропан – 0,03 Бутан – 0,01 Пентан – 0,06 Двуокись углерода – 0,5 Азот – 3,0	Метан – 81,8 Этан – 8,8 Пропан – 2,8 Бутан – 0,94 Пентан – 0,3 Двуокись углерода – 0,3 Азот – 5,1	Метан – 98,8 Этан – 0,07 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,29 Азот – 0,83	Метан – 98,6 Этан – 0,06 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 1,14
Вариант 16	Вариант 17	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
Метан – 99,2 Этан – 0,12 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,01 Азот – 0,66	Метан – 99,0 Этан – 0,028 Пропан – 0,007 Бутан – 0,003 Двуокись углерода – 0,063 Азот – 0,899	Метан – 98,4 Этан – 0,07 Пропан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,31	Метан – 98,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,02 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,0	Метан – 98,4 Этан – 0,13 Пропан – 0,01 Бутан – 0,005 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,145 Азот – 1,3
Вариант 26	Вариант 27	Вариант 28	Вариант 29	Вариант 30
Метан – 98,6 Этан – 0,06 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 1,14	Метан – 98,8 Этан – 0,07 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,29 Азот – 0,83	Метан – 98,6 Этан – 0,06 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 1,14	Метан – 99,2 Этан – 0,12 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,01 Азот – 0,66	Метан – 95,1 Этан – 0,32 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 4,21
Вариант 31	Вариант 32	Вариант 33	Вариант 34	Вариант 35
Метан – 98,8 Этан – 0,07 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,29 Азот – 0,83	Метан – 98,6 Этан – 0,06 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 1,14	Метан – 99,2 Этан – 0,12 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,01 Азот – 0,66	Метан – 99,0 Этан – 0,028 Пропан – 0,007 Бутан – 0,003 Двуокись углерода – 0,063 Азот – 0,899	Метан – 98,4 Этан – 0,07 Пропан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,31

Окончание таблицы 1

Вариант 36	Вариант 37	Вариант 38	Вариант 39	Вариант 40
Метан – 98,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,02 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,0	Метан – 98,4 Этан – 0,13 Пропан – 0,01 Бутан – 0,005 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,145 Азот – 1,3	Метан – 97,2 Этан – 0,12 Пропан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,1 Азот – 2,56	Метан – 95,1 Этан – 0,32 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 4,21	Метан – 98,4 Этан – 0,07 Пропан – 0,01 Двуокись углерода – 0,4 Азот – 1,1
Вариант 41	Вариант 42	Вариант 43	Вариант 44	Вариант 45
Метан – 97,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,06 Азот – 1,6	Метан – 94,8 Этан – 1,2 Пропан – 0,03 Бутан – 0,01 Пентан – 0,06 Двуокись углерода – 0,5 Азот – 3,0	Метан – 81,8 Этан – 8,8 Пропан – 2,8 Бутан – 0,94 Пентан – 0,3 Двуокись углерода – 0,3 Азот – 5,1	Метан – 98,8 Этан – 0,07 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,29 Азот – 0,83	Метан – 98,6 Этан – 0,06 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,19 Азот – 1,14
Вариант 46	Вариант 47	Вариант 48	Вариант 49	Вариант 50
Метан – 99,2 Этан – 0,12 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,01 Азот – 0,66	Метан – 99,0 Этан – 0,028 Пропан – 0,007 Бутан – 0,003 Двуокись углерода – 0,063 Азот – 0,899	Метан – 98,4 Этан – 0,07 Пропан – 0,01 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,31	Метан – 98,6 Этан – 0,1 Пропан – 0,03 Бутан – 0,02 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,2 Азот – 1,0	Метан – 98,4 Этан – 0,13 Пропан – 0,01 Бутан – 0,005 Пентан – 0,01 Двуокись углерода – 0,145 Азот – 1,3

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Для решения этой задачи необходимо определить: плотность газовой смеси, относительную плотность газа по воздуху; молярную массу природного газа; газовая постоянная газа; псевдокритические параметры природного газа – температуру и давление; коэффициент сжимаемости; приведенные к псевдокритическим условиям значения давления и температуры газа.

2) Очистка газа от механических примесей

Рассчитать количество циклонных пылеуловителей типа ГП426.00.000 и газосепараторов сетчатых типа ГС-2-1,6-2000, используя данные, полученные при решении задачи 1.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Очистка газа от примесей предусматривается, в одну ступень – в пылеуловителях. Согласно ОНТП-51-1 – 85 вторую ступень очистки газа, следует предусматривать на отдельных компрессорных станциях, через

каждые 3...5 КС с применением в качестве очистного устройства фильтра – сепаратора.

Число аппаратов очистки газа определяется по характеристикам заводов – изготовителей, делается это таким образом, чтобы при отключении одного аппарата нагрузка на оставшиеся в работе не превышала пределы их максимальной производительности, а при работе всех аппаратов – не выходила за пределы минимальной производительности.

Количество пылеуловителей ГП426.00.000 / газосепараторов ГС-2-1,6-2000 определяется по формуле N , шт.

$$N = \frac{Q_G}{365 \cdot Q_{\Pi}} ,$$

где Q_G – подача газа, млрд. м³/год;

Q_{Π} – пропускная способность циклонного пылеуловителя, млн. м³/сут.

3) Подбор газоперекачивающих агрегатов

Подобрать основное оборудование для перекачки газа относительной плотности $\Delta=0,65$ по газопроводу диаметром $D_H=820$ мм с подачей Q_G по варианту. Коэффициент динамической вязкости равен $\eta = 12,3 \cdot 10^{-6}$ Н·с/м², коэффициент сжимаемости равен $z = 0,93$, газовая постоянная газа равна $R = 442$ м²/с²·К. Длина трассы газопровода L по варианту, расчетная температура грунта на глубине укладки (до оси трубы) равна $t = -3$ °С. Коэффициент годовой неравномерности транспорта газа $k_T = 0,85$. Трубы изготовлены из стали 17ГС и 17Г1С, расчетное сопротивление материала трубы газопровода равно $R_I = 260$ МПа, нормативное временное сопротивление $R_{IH} = 510$ МПа, коэффициент условий работы трубопровода принят $m = 0,9$, коэффициент безопасности по материалу $k_I = 1,55$, коэффициент перегрузки $n = 1,1$ и коэффициент надежности $k_H = 1$, эквивалентную шероховатость для новых труб $k = 0,03$ мм. Варианты значений исходных данных приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Пропускная способность газопровода и его длина

Вариант	1	2	3	4	5
Q_G , млрд.м ³ /год	6	7	7,5	9	10
L	800	900	1000	1100	1200
Вариант	6	7	8	9	10
Q_G , млрд.м ³ /год	6	7	8,5	9	10
L	1300	1400	1500	1600	1700
Вариант	11	12	13	14	15
Q_G , млрд.м ³ /год	10	9	8,5	7	6
L	800	900	1000	1100	1200

Окончание таблицы 2

Вариант	16	17	18	19	20
Q_r , млрд.м ³ /год	10	9	7,5	7	6
L	1300	1400	1500	1600	1700
Вариант	21	22	23	24	25
Q_r , млрд.м ³ /год	1	2	2,5	4	5
L	800	900	1000	1100	1200
Вариант	26	27	28	29	30
Q_r , млрд.м ³ /год	1	2	3,5	4	5
L	1300	1400	1500	1600	1700
Вариант	31	32	33	34	35
Q_r , млрд.м ³ /год	5	4	3,5	2	1
L	800	900	1000	1100	1200
Вариант	36	37	38	39	40
Q_r , млрд.м ³ /год	5	4	2	1	6
L	1300	1400	1500	1600	1700
Вариант	41	42	43	44	45
Q_r , млрд.м ³ /год	6	7	7,5	9	10
L	800	900	1000	1100	1200
Вариант	46	47	48	49	50
Q_r , млрд.м ³ /год	6	7	8,5	9	10
L	1300	1400	1500	1600	1700

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

1 Вычислить расчетную суточную пропускную способность газопровода Q .

2. По зависимости оптимальной степени сжатия ε_0 КС магистральных газопроводов от их пропускной способности Q определить рекомендуемую степень сжатия газа ε_0 .

3. По данным пропускной способности подобрать основное оборудование. По табличным данным определиться с ГПА, указать номинальную мощность ГПА, номинальную подачу.

4. Указать рекомендации к компоновке (количество нагнетателей и способы их соединения).

5. Определить необходимую толщину стенки трубы δ .

6. Согласно табличных данных подобрать трубу с размерами рекомендованными ГОСТом.

7. По зависимости расхода $Q_{\text{пер}}$ от диаметра газопровода D определить режим работы трубопровода.
8. Вычислить коэффициенты гидравлического сопротивления труб λ .
9. Определить расстояние между КС L_T .
10. Определить длину последнего перегона, приняв давление в конце газопровода 2 МПа $L_{\text{п}}$.
11. Определяем необходимое число промежуточных КС n .

4) Расчет режимов работы компрессорной станции

Расчитать режим работы КС газоперекачивающими агрегатами, рассчитанными в задаче 4, с его соответствующей номинальной мощностью N_H [кВт], номинальной частотой вращения нагнетателя n_H [об/мин]. Плановое задание на перекачку газа принять согласно задаче 3 при давлении и температуре на входе КС согласно задаче 3. Относительная плотность перекачиваемого газа; коэффициент сжимаемости; показатель адиабаты, газовая постоянная воздуха принять согласно задаче 1.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Для решения задачи необходимо определить:

1. газовую постоянную газа R ;
2. плотности газа при стандартных условиях и при условиях входа (всасывания) в нагнетатель первой ступени: $\rho_{\text{ст}}$ и $\rho_{\text{в1}}$;
3. производительность одной группы последовательно соединенных нагнетателей: Q_1 ;
4. объемную производительность нагнетателя первой ступени при условиях всасывания $Q_{\text{в1}}$;
5. возможный диапазон изменения частоты оборотов нагнетателя первой ступени для нагнетателя по варианту;
6. приведенное значение производительности, приняв среднее значение частоты вращения нагнетателя n_1 ;
7. приведенную частоту вращения $\left(\frac{n_1}{n_H}\right)_{\text{пр}}$;
8. степень сжатия ε_1 по приведенной характеристике нагнетателей;
9. потребляемую нагнетателем внутреннюю мощность N_{i1} . Если потребляемая мощность оказалась выше номинальной, то частоту вращения надо уменьшить и в такой же последовательности заново провести расчет. Аналогичные расчеты проводят до тех пор, пока не будут получены наилучшие параметры по загрузке нагнетателя;
10. мощность на валу привода N_1 ;
11. давление газа P_{H1} ;
12. температуру газа после нагнетателя первой ступени T_{H1} ;

13. давление газа на входе в нагнетатель второй ступени P_{B1} ;
14. плотность газа ρ_{B2} на входе в нагнетатель второй ступени, с учетом того, что $T_{H1} \approx T_{B2}$;
15. объемную производительность нагнетателя второй ступени при условиях входа (всасывания) Q_{B2} ;
16. приведенную производительность Q_{PP2} [м³/мин] для нагнетателя второй ступени, приняв среднее значение частоты вращения нагнетателя n_2 ;
17. приведенную частоту вращения $\left(\frac{n_2}{n_H}\right)_{PP}$ второго нагнетателя;
18. степень сжатия ε_2 по приведенной характеристике нагнетателей;
19. внутреннюю мощность N_{i2} , потребляемую нагнетателем второй ступени;
20. мощность на валу привода нагнетателя второй ступени N_2 ;
21. давление газа на выходе из нагнетателя второй ступени P_{H2} ;
22. определить температуру газа на выходе из нагнетателя второй ступени T_{H2} .

5) Система охлаждения газа

Подобрать и выполнить расчет АВО, используя данные согласно задачам 3 и 4.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Для решения задачи необходимо определить:

- 1 температуру воздуха на входе в АВО T_1 ;
- 2 температуру газа на выходе из АВО T_2^{ABO} ;
- 3 среднюю температуру газа T_{cp} ;
- 4 среднюю изобарную теплоемкость газа C_p ;
- 5 количество тепла, отдаваемого охлаждаемым газом в атмосферу в теплообменнике Q_t ;
- 6 повышение температуры воздуха при нормальных условиях Δt_0 ;
- 7 температуру воздуха на выходе из АВО T_2 ;
- 8 температурный напор в начале аппарата АВО Θ_1 ;
- 9 температурный напор в конце аппарата Θ_2 ;
- 10 средний логарифмический температурный напор Θ ;
- 11 средний температурный напор Θ_{cp} ;
- 12 количество аппаратов воздушного охлаждения n_{ABO} .

6) Технологическая схема КС

Используя данные расчетов предыдущих задач, необходимо создать технологическую схему проектируемой КС и привести ее описание.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

На технологической схеме изображаются:

- система обвязки (соединение трубопроводов), отражающая технологическую схему;
- системы очистки газа, компрессорных станций и АВО;
- узлы учета газа и технологических крановых узлов;
- узлы приема и ввода в трубопровод очистных и диагностических устройств;
- схемы размещения остального технологического оборудования (регуляторы давления, предохранительные клапаны, фильтры, дренаж и т.д.).

Принципиальная технологическая схема КС должна включать в себя: узел подключения станции, систему очистки газа от механических примесей, компрессорные цехи, систему охлаждения газа, блок подготовки топливного, импульсного газа; камеру пуска /приема СОД.

На принципиальных схемах изображают все элементы или устройства, необходимые для осуществления технологических процессов и контроля за ними, а также все физические связи между ними.

7) Генеральный план КС

Используя данные расчетов предыдущих заданий, необходимо составить генеральный план КС и привести его описание.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Требования к построению генерального плана определяются СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80*». Генеральный план КС содержит комплексное решение планировки и благоустройства территории, размещения зданий и сооружений, транспортных коммуникаций и инженерных сетей в соответствии с существующими нормами проектирования и конкретными климатическими, геологическими, гидрогеологическими условиями и рельефом местности.

Топографической основой для составления генерального плана является ситуационный план района расположения площадки КС, выполненный в масштабе М 1:10000 или М 1:50000, на который нанесены близкорасположенные объекты (дороги, промышленные предприятия и т. д.), а также топографический план площадки КС. С помощью ситуационного плана транспортные и технологические магистрали увязывают с соответствующими технологическими коммуникациями района. Генеральный план выполняют в масштабе М 1:1000 или М 1:5000.

Для облегчения размещения отдельных объектов на топографический план площадки наносят «розу ветров» и координатную сетку со сторонами 100x100 м или 50x50 м, которая должна быть увязана с существующей топографической сетью страны.

Линии сетки обозначают в горизонтальном направлении буквой А, в вертикальном – буквой Б, перед которыми записывают расстояние в метрах, кратное шагу сетки до начала координат (за такое расстояние принимается существующая реперная точка).

Сетка служит основой для разбивки на местности всех зданий и сооружений. Разбивкой называют определение проектного положения зданий и закрепление его на местности. Горизонтальная разбивка определяет расположение зданий в плане, вертикальная – высотное положение. На генеральном плане должны быть указаны габаритные размеры и координаты углов зданий и сооружений. Здания привязывают по двум противоположным углам, объекты цилиндрической формы – по центру.

Курсовой проект

Курсовой проект служит формой контроля демонстрации студентом умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта и протекающих на нем процессов, способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Перечень тем курсовых проектов:

1. Проект компрессорной станции оборудованной поршневыми газоперекачивающими агрегатами №... (вариативно).
2. Проект компрессорной станции оборудованной центробежными электроприводными газоперекачивающими агрегатами №... (вариативно).
3. Проект компрессорной станции оборудованной центробежными газоперекачивающими агрегатами с приводом от газотурбинной установки №... (вариативно).

Техническое задание выдается преподавателем на первом практическом занятии.

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению курсового проекта:

Задание на выполнение курсового проекта и список необходимой литературы выдает преподаватель на практическом занятии. Объем курсового проекта – 5 листов чертежей формата А1, выполненных на компьютере с использованием графических редакторов AutoCAD или «КОМПАС», и расчетно-пояснительная записка на 20...30 страницах формата А4, выполненная с использованием текстового редактора Word, которые должны удовлетворять требованиям стандартов ЕСКД и стандартов организации «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности», принятым в СФУ. Контроль данного

вида работ производится при защите курсового проекта.

Содержание пояснительной записки курсового проекта, оно же является планом работы студента:

Введение

Основная часть

1 Анализ исходных данных

2 Расчетная часть

2.1 Определение свойств природного газа

2.2 Очистка газа от механических примесей

2.3 Подбор газоперекачивающих агрегатов

2.4 Расчет режимов работы компрессорной станции

2.5 Система охлаждения газа

3 Технологическая часть

3.1 Технологическая схема

3.2 Конструкция и компоновка компрессорного цеха

4 Генеральный план КС

Заключение

Список сокращений

Список использованных источников

Приложения

Наименования листов графического материала

1 плакат «Исходные данные»

2 плакат «Расчетная часть»

3 чертеж «Газоперекачивающие агрегаты»

4 чертеж «Технологическая схема КС»

5 чертеж «Генеральный план КС»

Критерии оценивания

– оценка «отлично»: решение расчетной части курсового проекта правильное. Описание хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), с необходимыми схематическими изображениями объекта расчета и их пояснением. При защите курсового проекта студент правильно и свободно владеет терминологией, может объяснить ход выполнения курсового проекта, дает верные и четкие ответы на дополнительные вопросы.

– оценка «хорошо»: решение расчетной части курсового проекта правильное. Описание хода ее решения имеется, но недостаточно подробное и логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), в схематических изображениях объекта расчета. При защите курсового проекта студент владеет только основной терминологией, может объяснить ход выполнения курсового проекта, дает верные, но недостаточно четкие и полные ответы на дополнительные.

– оценка «удовлетворительно»: решение расчетной части курсового проекта правильное. Объяснение хода ее решения недостаточно полное,

непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), со значительными затруднениями и ошибками в схематических изображениях объекта расчета. При защите курсового проекта ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.

– оценка «неудовлетворительно»: решение расчетной части курсового проекта неправильное. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), без умения схематических изображений объекта расчета, или с большим количеством ошибок. При защите курсового проекта ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

- 1 Основные объекты и сооружения магистрального трубопровода
- 2 Назначение и состав промежуточных компрессорных станций
- 3 Состав линейных сооружений магистрального трубопровода
- 4 Процессы, проводимые на головных сооружениях газопромыслов
- 5 Состав технологических комплексов системы сбора и подготовки газа на промыслах
- 6 Предназначение компрессорных станций, типы станций
- 7 Технологические процессы на компрессорных станциях
- 8 Основные объекты, сооружения и технологические комплексы компрессорных станций.
- 9 Объекты и сооружения производственной зоны компрессорных станций
- 10 Состав газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций
- 11 Система охлаждения газа на компрессорных станциях
- 12 Генеральный план компрессорной станции
- 13 Основные функциональные системы компрессорных станций
- 14 Назначение компрессорных станций, состав и компоновка основного оборудования
- 15 Системы очистки газа на компрессорных станциях. Назначение, конструкция, принцип действия
- 16 Назначение технологической обвязки компрессорного цеха
- 17 Принцип работы газоперекачивающих агрегатов и их компоновка на компрессорных станциях. Состав и назначение основных узлов
- 18 Состав и назначение оборудования установки подготовки импульсного, топливного и пускового газа на компрессорных станциях
- 19 Система маслоснабжения газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях. Назначение, состав оборудования, работа общецеховой и агрегатной маслосистемы
- 20 Понятие центробежного компрессора. Состав и назначение основных элементов
- 21 Понятие поршневого компрессора. Состав и назначение основных элементов

- 22 Последовательное и параллельное соединение газоперекачивающих агрегатов
- 23 Характеристика газоперекачивающего агрегата
- 24 Методы регулирования характеристики газоперекачивающего агрегата
- 25 Узел подключения станции
- 26 Необходимость подготовки газа к магистральному транспорту
- 27 Определение числа компрессорных станций
- 28 Расстановка компрессорных станций по трассе нефтепровода
- 29 Очистка газа от механических примесей
- 30 Технологические трубопроводы на компрессорной станции
- 31 Вспомогательное оборудование компрессорной станции
- 32 Классификация и условное обозначение газоперекачивающего агрегата

Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Экзамен проводится в письменно-устной форме по билетам.

Экзаменационный билет включает два вопроса из списка, приведенного выше.

Студенту отводится время на ответ в письменном виде. Допускается ответ в виде схем и рисунков. После письменного ответа студент переходит к устной беседе с преподавателем, при которой возможно изменение условий вопроса в билете преподавателем или дополнительные вопросы, как по билету так и в целом из списка вопросов к экзамену. После беседы преподаватель оценивает ответы студента по шкале: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Критерии оценивания

– «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

– «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

– «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ

– «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные

ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида оценочные средства выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Процедура проведения промежуточной аттестации с привлечением Комиссии ПА

Проведение промежуточной аттестации (ПА) с привлечением Комиссии ПА осуществляется в целях внутренней независимой оценки качества подготовки обучающихся. Во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине с привлечением Комиссии ПА вопросы обучающимся имеет право задавать и оценивать результаты ответов обучающихся только педагогический работник, проводящий занятия по дисциплине.

Комиссия ПА присутствует в качестве наблюдателей во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине и осуществляет оценку процедуры проведения промежуточной аттестации и оценку результатов промежуточной аттестации.

Оценка процедуры промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) осуществляется Комиссией ПА на основе анализа ФОС по следующим позициям:

- наличие рецензированного ФОС;
- наличие описания в ФОС процедуры проведения ПА с привлечением Комиссии ПА;
- соответствия оценочных материалов для проведения экзамена содержанию дисциплины и формируемым компетенциям.

Разработчик  Петров О. Н.