

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(31287)Сбор и подготовка попутного нефтяного газа

Направление подготовки (специальность): **21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии**

Направленность: **специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»**

Уровень высшего образования: **специалитет**

Форма обучения: **очная; заочная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);**

Трудоемкость дисциплины: **3 з.е. (108час)**

Октябрьский 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Интенсификация притока нефти и газа к скважинам; Особенности разработки газонефтяных и нефтегазовых месторождений; Промысловая геофизика; Сбор и подготовка скважинной продукции, утилизация шламов; Технологии эксплуатации нефтяных и газовых скважин; Технологическая (проектно-технологическая) практика

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Преддипломная практика

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Часть, формируемая участниками образовательных отношений;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
10	3	108	50	58	зачет;
ИТОГО:	3	108	50	58	

Форма обучения: заочная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
11	3	108	14	94	зачет;
ИТОГО:	3	108	14	94	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
1	Осуществление оптимальных условий эксплуатации скважинного оборудования для обеспечения выполнения проектных решений разработки эксплуатируемых объектов, требуемой полноты добычи запасов углеводородов с соблюдением требований по охране труда и недр	ПК-4-5

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-4	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации	3(ПК-4)	Знать: основные методики

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
	добычи углеводородного сырья		эксплуатационных и технологических расчетов, выбора рациональных типов оборудования для осуществления процессов сбора и подготовки попутного нефтяного газа
		У(ПК-4)	Уметь: выполнять подбор эффективного оборудования и методов - согласно расчетам и выбранной схеме сбора и подготовки попутного нефтяного газа
		В(ПК-4)	Владеть: основами расчетов при разработке технологических схем, последовательности обустройства и разработки месторождений, реализации мероприятий по обеспечению их технологической и экологической безопасности в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	50										50		
лекции (всего)	24										24		
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	18										18		
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	6										6		
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена)	2										2		

на,консультации)														
проектная деятельность (ПД)	0													
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	58										58			
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0													
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0													
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3										3			
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	48										48			
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7										7			
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0													
освоение on-line курса	0													
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0													
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	108										108			

Форма обучения: заочная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	14											14	
лекции (всего)	6											6	
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	4											4	
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	2											2	
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	2											2	
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	94											94	
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	63											63	
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	24											24	
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7											7	
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	108											108	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	10	6	4	6	23	39	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
2	Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	10	6	4		11	21	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
3	Сбор ПНГ на промыслах	10	6	6		14	26	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
4	Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	10	6	4		10	20	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
ИТОГО:			24	18	6	58	106	

Форма обучения: заочная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	11	1		2	26	29	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
2	Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	11	2	2		26	30	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
3	Сбор ПНГ на промыслах	11	2	2		25	29	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
4	Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	11	1			17	18	З(ПК-4) У(ПК-4) В(ПК-4)
ИТОГО:			6	4	2	94	106	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа Предмет и содержание курса, его связь с другими дисциплинами. Общие положения и проблемы утилизации попутного нефтяного газа. Научно-технологический прогресс в области утилизации попутного нефтяного газа. Общие сведения о попутном нефтяном газе. Состав и свойства попутного нефтяного газа. Основные технологические процессы и оборудование сбора и подготовки	6		1
2	2-Методы подготовки и использования попутного	Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	6		2

	нефтяного газа	Общие сведения о методах подготовки попутного нефтяного газа. принципиальные технологические схемы утилизации попутного нефтяного газа на добывающих предприятиях. Основные осложнения сбора и подготовки попутного нефтяного газа. Современные методы утилизации в России и за рубежом. Преимущества и недостатки различных методов.			
3	3-Сбор ПНГ на промыслах	Сбор ПНГ на промыслах Основы проектирования и сооружения систем сбора попутного нефтяного газа. Технологические расчеты промысловых трубопроводов. Определение потерь на трение и местные сопротивления. Гидравлический расчет простых и сложных трубопроводов. Расчет трубопроводов при движении в них нефтегазовых смесей. Расчет трубопроводов на механическую прочность. Коррозия промысловых трубопроводов, методы защиты, ингибиторы коррозии.	6		2
4	4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ Технологии подготовки попутного нефтяного газа. Оборудование и аппараты. Методы совершенствования технологий подготовки. Подготовка попутного газа к транспорту, требования ОСТ попутного газа. Компрессоры и компрессорные станции систем сбора скважинной продукции. Современные направления совершенствования технологических схем сбора и подготовки ПНГ	6		1
-	-	ИТОГО:	24		6

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	1	Определение количества свободного газа в нефти Количество свободного газа в нефти при давлении и температуре в промысловом трубопроводе определяется с помощью прибора УОСГ-100 СКП (устройство для определения содержания свободного газа в нефти при давлении до 4 МПа (40 кгс/см ²).	6		2
-	-	ИТОГО:	6		2

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	1	Определение вида пластового флюида и его физических параметров Освоить методику определения вида пластового флюида по компонентному составу отобранных проб газа с учетом рассчитанных по опытным данным соотношений углеводородных газов, характерных для газовых, газоконденсатных и нефтяных залежей	4		
2-Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	2	Технологический расчёт сепаратора с промывочной секцией С-201 Задачей настоящего технологического расчёта является определение	4		2

		геометрических размеров аппарата и его гидравлического сопротивления. На основании анализа расчёта входной сепарационной секции (D_p) и секции промывки (D_p) проверяют, подходит ли стандартный диаметр аппарата ($D = 1,8$ м). Если $D_p < D$, то принимают диаметр аппарата равным 1,8 м. Для этого диаметра аппарата принимается:			
3-Сбор ПНГ на промыслах	3	Гидравлический и тепловой расчет газопромысловых шлейфов Цели занятия – освоить методику гидравлического и теплового расчета газопромысловых шлейфов. Шлейфовые газопроводы характеризуются диаметром, пропускной способностью, температурным режимом, перепадом давления в них. Течение газа в шлейфах, как и любых потоков в трубопроводах, характеризуется критериями Рейнольдса, Фруда, Эйлера.	6		2
4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	4	Определение условий образования гидратов Цель занятия: формулировать и решать задачи, связанные с осложнениями при эксплуатации газопроводов. Природный газ, насыщенный парами воды, при высоком давлении и при определенной положительной температуре способен образовывать твердые соединения с водой – гидраты. Процесс начала образования гидрата определяется составом газа, состоянием воды, внешним давлением и температурой.	2		
4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	5	Расчет расхода ингибитора предупреждения гидратообразования Цель занятия – освоить методики определения необходимого количества ингибитора для предотвращения гидратообразования в системах сбора и подготовки попутного нефтяного газа В технологической цепочке системы сбора и промышленной подготовки природного газа выделяются зоны возможного гидратообразования и предусматриваются точки ввода ингибитора гидратообразования – метанола.	2		
-		ИТОГО:	18		4

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		2
1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	20		8
1-Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	1		16
2-Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		2
2-Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	8		8
2-Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	1		16
3-Сбор ПНГ на промыслах	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		2
3-Сбор ПНГ на промыслах	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		8
3-Сбор ПНГ на промыслах	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку			15
4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	подготовка к сдаче зачета, экзамена	1		1
4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	8		
4-Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	1		16
-	ИТОГО:	58		94

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа

Требования к качеству газа подаваемого в магистральные газопроводы. Требования к системам сбора. Преимущества и недостатки различных вариантов систем сбора. Современные тенденции развития техники и технологии систем сбора углеводородного сырья. Экологические аспекты проблем сбора и подготовки попутного нефтяного газа.

Раздел 2. Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа

Теоретические основы сепарации. Основные типы конструкций сепараторов и их эксплуатационные показатели. Принцип работы сепараторов. Краткая характеристика методов подготовки газа к дальнему транспорту. Низкотемпературная сепарация, абсорбционный метод, комбинированный метод. Использование эжекторов в схемах установки НТС.

Раздел 3. Сбор ПНГ на промыслах

Газосборное оборудование. Химические реагенты при сборе попутного нефтяного газа, их классификация и предъявляемые к ним требования. Экологическая безопасность систем сбора попутного нефтяного газа. Современные технологии учета попутного нефтяного газа.

Раздел 4. Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подготовки ПНГ

Назначение и классификация трубопроводов систем сбора попутного нефтяного газа, сортамент труб, арматура трубопроводов. Борьба с осложнениями трубопроводов систем сбора и переработки попутного нефтяного газа. Методы и средства снижения и предотвращения потерь газа при хранении нефти в резервуарах. Охрана окружающей среды при подготовке попутного нефтяного газа.

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
Библиотека справочных материалов Wikipedia	http://wikipedia.ru
Журнал "Rogtec - Российские нефтегазовые технологии"	http://www.rogtectmagazine.com
Журнал "Бурение и нефть"	http://www.burneft.ru
Журнал "Нефтегазовое дело"	http://www.ogbus.ru
Журнал "Нефтегазовые технологии"	https://neftegaz.ru/
Информационный портал компании "Газпром".	http://www.gazprom.ru
Статьи Общества инженеров-нефтяников (SPE)	http://www.spe.org

Электронно-библиотечная система "Инфра-М"	http://znanium.com/
Электронно-библиотечная система "Лань"	http://e.lanbook.com/
Электронный каталог УГНТУ в интернете	http://www.bibl.rusoil.net/
Электронный словарь	http://www.lingvo.ru/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	1-102	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиатура Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Bu(4)); Компьютер в сборе (жест. диск 3,5, мат. плата, монитор ACER, опер. память, проц, клавиатура, мышь)(1); Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
2	1-126	Радиосистема двойная вокальная(1); 2-х полосный потолочный громкоговоритель 1*6,5", 1*1"; Кабель Krame (Вилка-Вилка) высокого разрешения 30,5м; Микшер-усилитель мощности двухканальный 2*80 Вт; Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768); Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD; Радиосистема двойная вокальная; Универсальное потолочное крепление для проектора; Экран настенный 305*229; Учебно-наглядные пособия по дисциплине, набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
3	1-126	Радиосистема двойная вокальная(1); 2-х полосный потолочный громкоговоритель 1*6,5", 1*1"; Кабель Krame (Вилка-Вилка) высокого разрешения 30,5м; Микшер-усилитель мощности двухканальный 2*80 Вт; Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768); Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD; Радиосистема двойная вокальная; Универсальное потолочное крепление для проектора; Экран настенный 305*229; Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций

4	1-306	Вискозиметр LEKI V8 цифровой(1);Комплект для определения плотности нефти и нефтепродуктов(1);Макет замерной установки(1);Сталогмометр СТ-2(1);Стенд(1);Устройство для сушки посуды ПЭ-2000**(1);Экран настенный 305*229(1);Вискозиметр LEKI V8 цифровой;Информационные стенды - 12 шт.;Колбонагреватель - 2 шт.;Комплект ноутбук, проектор, экран;Макет замерной установки;Прибор УОСТ - 100 СКП;Счетчик газа;Устройств для сушки посуды;Устройство ИКЖ;Электронные весы ВПТД-500;Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
5	1-315	Колбонагреватель LT-500**(1);Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(1);Ноутбук Acer Aspire 17,3"(1);Ноутбук Lenovo V320-17IKB Core i 7130U/4Gb/500Gb/DVD-RW/Intel HD Graphics 620/17(1);Ноутбук-трансформер Lenovo Yoga 530-14ARR81H90006RU(1);Цифровой стереоскопический микроскоп Motic DMW-143-N2GG(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
6	1-316	Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard Vivitek D525ST(1);Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(5);Компьютер - 14 шт.;Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
7	1-316	Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard Vivitek D525ST(1);Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(5);Компьютер - 14 шт.;Столы, стулья	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
8	1-321	IP-камера KCM-3911(6);Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1);Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1);Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1);Сервер INTEL(1);Сервер Intel(1);Сервер Кламас(1);Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1);Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	eLIBRARY.RU	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
2	Windows Professional 8 Russian	Дата выдачи лицензии 16.12.2012
3	Windows XP Professional Russian	Дата выдачи лицензии 26.12.2002
4	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (31287) Сбор и подготовка попутного нефтяного газа

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	10		11	Серебряков А. О. Промысловые исследования залежей нефти и газа: учебное пособие / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 240 с.: ил.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Дополнительная литература	Для изучения теории;	10		11	Голик В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / В. И. Голик. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 136 с.	1	http://www.znaniy.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (31287) Сбор и подготовка попутного нефтяного газа

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения лабораторных работ;	10		11	Сбор и подготовка попутного нефтяного газа : учебно-методическое пособие к лабораторным работам / сост.: Р. А. Нафикова, Н. А. Ворсина. - Уфа : УГНТУ, 2024. - 2,03 Мб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	10		11	Сбор и подготовка попутного нефтяного газа : учебно-методическое пособие к выполнению практических занятий / сост.: Р. А. Нафикова, Н. А. Ворсина. - Уфа : УГНТУ, 2024. - 5,96 Мб	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	10		11	Сбор и подготовка попутного нефтяного газа : учебно-методическое пособие к организации самостоятельной работы / сост.: Р. А. Нафикова, Н. А. Ворсина. - Уфа : УГНТУ, 2024. - 290 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

_____ В.Ш. Мухаметшин

27.06.2024

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(31287) Сбор и подготовка попутного нефтяного газа**

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Уровень высшего образования: специалитет

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е. (108час)

Октябрьский 2024

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа	В(ПК-4)	основами расчетов при разработке технологических схем, последовательности обустройства и разработки месторождений, реализации мероприятий по обеспечению их технологической и экологической безопасности в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Решает задачи по выбору оптимального оборудования сбора и подготовки ПНГ на промыслах, указывает их преимущества и недостатки	Письменный и устный опрос Разноразовые задачи и задания Тест
		З(ПК-4)	основные методики эксплуатационных и технологических расчетов, выбора рациональных типов оборудования для осуществления процессов сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Называет основные показатели свойств попутного нефтяного газа для выбора рациональных типов оборудования сбора и подготовки попутного нефтяного газа	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-4)	выполнять подбор эффективного оборудования и методов - согласно расчетам и выбранной схемы сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Сопоставляет основные показатели и параметры ПНГ для организации его сбора и подготовки без нарушений требований технологичности и экологичности процессов	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Разноразовые

						вые задачи и задания Тест
2	Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа	В(ПК-4)	основами расчетов при разработке технологических схем, последовательности обустройства и разработки месторождений, реализации мероприятий по обеспечению их технологической и экологической безопасности в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Проводит анализ мероприятий для обеспечения рационального использования попутного нефтяного газа, защиты окружающей среды и безопасного ведения процессов сбора и подготовки ПНГ на промыслах	Письменный и устный опрос Разноразовые задачи и задания
		З(ПК-4)	основные методики эксплуатационных и технологических расчетов, выбора рациональных типов оборудования для осуществления процессов сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Называет основные требования учитываемые при выборе методики расчетов и рационального схем и оборудования для осуществления процессов промышленного сбора и подготовки ПНГ	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-4)	выполнять подбор эффективного оборудования и методов - согласно расчетам и выбранной схемы сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Анализирует основные методики эксплуатационных и технологических расчетов выбора рациональных типов оборудования для сбора и подготовки попутного нефтяного газа на промыслах	Письменный и устный опрос Разноразовые задачи и задания Тест

3	Сбор ПНГ на промыслах	В(ПК-4)	основами расчетов при разработке технологических схем, последовательности обустройства и разработки месторождений, реализации мероприятий по обеспечению их технологической и экологической безопасности в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Выполняет алгоритмы современных схем сбора и подготовки ПНГ, оценивает возможные осложнения и пути их устранения с применением эффективных разработок, обеспечения технологической и экологической безопасности	Письменный и устный опрос Разноречивые задачи и задания
		З(ПК-4)	основные методики эксплуатационных и технологических расчетов, выбора рациональных типов оборудования для осуществления процессов сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Перечисляет современные разработки создания и эксплуатации систем сбора попутного нефтяного газа при добыче нефти	Письменный и устный опрос Разноречивые задачи и задания Тест
		У(ПК-4)	выполнять подбор эффективного оборудования и методов - согласно расчетам и выбранной схемы сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Решает вопросы проектирования, анализа и оптимизации систем сбора ПНГ, основываясь на обеспечении рациональности, а также технологической и экологической безопасности	Письменный и устный опрос Разноречивые задачи и задания Тест
4	Современные технологии и оборудование в сфере процессов сбора и подго-	В(ПК-4)	основами расчетов при разработке технологических схем, последова-	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи	Демонстрирует примеры совершенствования систем сбора и подго-	Письменный и устный

	товки ПНГ		тельности обустройства и разработки месторождений, реализации мероприятий по обеспечению их технологической и экологической безопасности в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа	углеводородного сырья	товки ПНГ с соблюдением принципов рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и безопасного ведения процессов сбора и подготовки ПНГ	опрос Разноуровневые задачи и задания Тест
		З(ПК-4)	основные методики эксплуатационных и технологических расчетов, выбора рациональных типов оборудования для осуществления процессов сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Перечисляет основные факторы и инновации, необходимые для разработки и проектирования основных технологических схем, реконструкции и технического перевооружения промысловых объектов, техники и технологии систем сбора и подготовки попутного нефтяного газа	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-4)	выполнять подбор эффективного оборудования и методов - согласно расчетам и выбранной схемы сбора и подготовки попутного нефтяного газа	ПК-4.1 Организует разработку мероприятий по оптимизации добычи углеводородного сырья	Сопоставляет и подбирает современные системы и методы сбора и наиболее полной утилизации ПНГ без нарушений требований технологичности и экологичности процессов	Письменный и устный опрос Разноуровневые задачи и задания Тест

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного	Шкала оценки
-----	----------------	--	--------------------------	--------------

	средства		средства в фонде	
1	2	3	4	5
1	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их защите	«зачтено» выставляется обучающемуся, если набрано 13 баллов и более (за одну работу) (40 для студентов заочного отделения)– задачи и задания выполнены, по оформлению в соответствии с требованиями, могут по содержанию выявлены неточности в расчетах допускаются неполные ответы, в целом показаны общие, структурированные знания «незачтено» выставляется обучающемуся, если набрано менее 13 (40) баллов - работа выполнена, но неверно, отсутствуют ответы
2	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	«зачтено» выставляется обучающемуся, если набран 61 балл и более Промежуточная аттестация проводится по билетам. В билете два вопроса. Количество баллов за билет: минимальное положительное – 10; максимальное -20. Один вопрос в билете оценивается – 5 баллов общие, структурированные знания; успешные, но не систематические ответы; отсутствие систематических знаний; - 10 баллов успешные полные ответы, сформированные систематические знания «незачтено» выставляется обучающемуся, если набрано менее 61 балла
3	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;	Комплект разноуровневых задач и заданий	«зачтено» выставляется обучающемуся, если набрано 10 баллов и более (за одну работу) (40 для студентов заочного отделения)– задачи и задания выполнены, по оформлению в соответствии с требованиями, могут по содержанию выявлены неточности в расчетах допускаются неполные ответы, в целом показаны общие, структурированные знания «незачтено» выставляется обучающемуся, если набрано менее 10 (40) баллов - работа выполнена, но неверно, отсутствуют ответы

		в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.		
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	«зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно на более 70 % вопросов теста «незачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно на менее 70% вопросов теста

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Лабораторная работа № 1 Изучение методов определения влагосодержания газа

Цель работы:

1. Ознакомление с приборами для измерения влажности природного газа.
2. Ознакомление с расчетным методом определения влагосодержания природного газа.

Контрольные вопросы

1. В каком диапазоне давлений и температур можно использовать аналитический метод расчета влажности (по Бюкачеку)?
2. В каком интервале температур метод Бюкачека дает наибольшую погрешность?
3. Как влияет давление на влагосодержание природного газа?
4. Как влияет температура на влагосодержание природного газа?
5. Как влияет молекулярная масса газа на его влагосодержание?
6. Как влияет плотность газа на его влагосодержание?
7. Какие принципы положены в основу экспериментальных методов определения влагосодержания природного газа?
8. Какой принцип положен в основу экспериментального метода определения точки росы по воде природного газа?
9. Что вносит погрешность в результаты определения точки росы конденсационным методом?
10. Основные требования к качеству газа сдаваемого в систему магистрального транспорта «Газпром»
11. Основные методы подготовки попутного нефтяного газа.
12. Значение использования попутного нефтяного газа.

Учебно-методическое пособие по практическим работам на ходится по адресу:

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Nafikova18315.pdf

В учебно-методическом пособии приведены задания для практических работ. К каждой работе даны краткое теоретическое описание, примеры решений и варианты для самостоятельного выполнения.

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Раздел 1 Введение. Состав и свойства попутного нефтяного газа.

1. Содержание дисциплины «Сбор и подготовка попутного нефтяного газа».
2. Общие сведения о сборе и подготовке попутного нефтяного газа.
3. Научно-технический прогресс в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа.
4. Показатели и нормы качества попутного газа.
5. Состав и свойства попутного нефтяного газа.
6. Изменение свойств попутного нефтяного газа в системах сбора и подготовки скважинной продукции

Раздел 2. Методы подготовки и использования попутного нефтяного газа.

7. Общая характеристика методов подготовки попутного нефтяного газа.
8. Основное предназначение и виды систем обустройства промысловых объектов сбора и подготовки попутного нефтяного газа;

9. Основные процессы функционирования систем сбора и подготовки попутного нефтяного газа
10. Современные методы использования попутного нефтяного газа на месторождениях России и за рубежом.
11. Преимущества и недостатки существующих методов подготовки попутного нефтяного газа
12. Применяемое оборудование, его характеристики и методы оптимизации режимов его работы.
13. Организация диспетчерского контроля на промысле.
14. Компрессорные станции сооружаемые на промыслах, их назначение.
15. Типы компрессоров. Достоинства и недостатки компрессоров различных типов.
16. Оборудование дожимных компрессорных станций.
17. Основные требования предъявляемые к ДКС.
18. Общая характеристика газогидратов. Условия образования гидратов
19. Как влияет состав газа на условия образования гидратов?
20. Какие ингибиторы применяют для борьбы с гидратами на месторождениях, в газе которых содержатся CO_2 и H_2S ?
21. Предупреждение процесса гидратообразования. Физико-химические свойства ингибиторов гидратообразования.

Раздел 3. Сбор ПНГ на промыслах.

22. Значение сбора попутного нефтяного газа.
23. Основные сборные технологические газопроводы, их типы, технические характеристики.
24. Сортамент труб, арматура трубопроводов.
25. Основы проектирования и сооружения газопроводов.
26. Определение расхода нелетучего и летучего ингибитора гидратообразования.
27. Методы ликвидации гидратных пробок. Общие требования к проведению работ по ликвидации гидратов. Ликвидация гидратов в газопроводах: метод снижения давления с использованием энергии окружающей среды.
28. Комбинированный метод ликвидации гидратов, метод повышения температуры гидратов, использование ингибиторов для полного разложения гидрата.
29. Процесс парафинизации и методы борьбы с парафиноотложениями в газопромысловом оборудовании. Механизм парафинизации.
30. Основные факторы, влияющие на процесс парафинизации.
31. Методы борьбы с солеотложениями в процессе добычи и подготовке газа. Отрицательное воздействие солей на работу технологического оборудования. Факторы, влияющие на отложение солей.
32. Сравнительная эффективность различных способов борьбы с отложениями солей. Способы разрушения отложений солей. Физико-химическая характеристика комплексонов и их применение.
33. Гидравлический расчет шлейфов.
34. Тепловой расчет газопромысловых шлейфов.
35. С какой целью проводится гидравлический расчет шлейфов?
36. С какой целью проводится тепловой расчет шлейфов?
37. Как определить место образования гидратов в шлейфах?
38. Экологическая и промышленная безопасность при эксплуатации технологических газопроводов

Раздел 4. Современные тенденции подготовки и использования ПНГ

39. Как влияет состав газа на величину коэффициента Джоуля-Томпсона?
40. Принцип работы вихревой камеры для низкотемпературной сепарации газа.
41. Как определить, когда необходимо вводить в работу посторонние источники холода на установках НТС?
42. Какие посторонние источники холода возможно применять на установках НТС?
43. Когда и где целесообразно использовать эжекторы при подготовке газа к транспорту?
44. Сущность процесса абсорбционной осушки газа.

45. Какие абсорбенты используются для осушки ПНГ?
46. Что такое точка росы товарного газа по влаге и углеводородам?
47. Какая точка росы по влаге (по ОСТ 51.40-93) для районов с умеренным климатом для зимних и летних условий?
48. Какая точка росы по влаге (по ОСТ 51.40-93) для районов с холодным климатом для зимних и летних условий?
49. Конструкция абсорбера ГП-252.
50. Конструкция МФА-ГП 365.
51. Конструкция МФА-ГП 502.
52. Конструкция МФА-ГП 778.
53. Чем отличается МФА от абсорбера ГП 252?
54. Какие секции имеются в МФА?
55. Назначение глухой тарелки.
56. Что влияет на сроки работы фильтрующей секции?
57. Типы тарелок, применяемых в абсорберах массообменных секциях МФА.
58. Как определить требуемое число рабочих тарелок в абсорберах и МФА?
59. Суть процесса адсорбционной осушки газа.
60. Суть процесса короткоциклового Адсорбционной осушки газа.
61. Сепаратор с промывочной секцией С-201. Назначение, конструкция. Расчет входной сепарационной секции, расчет секции промывки.
62. Сепаратор с промывочной секцией С-201. Расчет выходной сепарационной секции, овално-цилиндрические барабаны. Расчет гидравлического сопротивления контактных тарелок
63. Сепаратор с промывочной секцией С-201. Общее гидравлическое сопротивление аппаратов. Проверка гидрозатворов сливных труб.
64. Технологический расчет гравитационных сепараторов с жалюзийными насадками.
65. Общая характеристика прямоточных центробежных элементов.
66. Газовые сепараторы центробежные регулируемые.
67. Газосепараторы сетчатые. Центробежные сепараторы с рециркуляцией потока типа Порта-Тест.
68. Современные тенденции использования ПНГ
69. Проблемы экологии систем сбора и подготовки попутного нефтяного газа.

пример билета к зачету

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Кафедра Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений

Билет к зачету № ...

по дисциплине «Сбор и подготовка попутного нефтяного газа»

специальность 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технология»

специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

1. Основные процессы функционирования систем сбора и подготовки попутного нефтяного газа.
2. Методы борьбы с солеотложениями в процессе добычи и подготовке газа. Отрицательное воздействие солей на работу технологического оборудования. Факторы, влияющие на отложение солей.

Зам. зав. кафедрой РРНГМ

О.А. Грезина

Лектор

Р.А. Нафикова

Ответы на вопросы билета

1. Основные процессы функционирования систем сбора и подготовки попутного нефтяного

газа.

В процессе добычи нефти из скважины можно получить не чистую продукцию, а смесь газа, нефти, а также пластовой жидкости. Первостепенным шагом является удаление из смеси воды, объем которой составляет свыше 90 %. Добытой нефти присущий газовый фактор разного объема (число кубометров газа на 1 т нефти): имеются самые разные газовые факторы (число кубометров ПНГ на 1 т нефти): от низкого – содержание ПНГ менее 200 м³ на 1 т нефти, достаточно типичного для Западной Сибири – 400-600 м³ на 1 т нефти, до высокого газового фактора – 2500 м³ на 1 т нефти [17, 18].

Затем нефть подготавливается к транспортировке. Предусматривается выделение из нее ПНГ, направление на механические сепараторы (к примеру, вихревые). После чего, нефть подвергается дополнительной подготовке (осушке, очистке и т.п.) и далее производится ее подача, через узлы замера, в транспортную систему (в железнодорожных цистернах либо по нефтепроводам).

Нефтяная смесь для отделения от нефти ПНГ проходит три последовательные стадии сепарации (рисунок).

При входе на первую ступень сепарации нефть имеет давление около 8 атм. (за счет естественного пластового давления, которое может быть увеличено газлифтными методами – нагнетанием смесей в пласт, или за счет давления, создаваемого скважинными насосами).

На каждой из стадий сепарации при движении нефтяной смеси под своим давлением выделяется часть ПНГ, при этом падает давление смеси.

Рисунок - Схема сбора и подготовки продукции скважин на нефтяном промысле: 1 - нефтяная скважина; 2 - автоматизированные групповые замерные установки; 3 - дожимная насосная станция; 4 – установка очистки пластовой воды; 5 - установка подготовки нефти; 6 - газокompрессорная станция; 7 - центральный пункт сбора нефти, газа и воды; 8 - резервуарный парк

На 1-й ступени сепарации показатель выделенного ПНГ равен 60-70 % ПНГ в целом, ему присуще давление 6-8 атм. при содержании C1+ - C2 – до 80 %, C3+ – 20 % (100-200 г/м³), на 2-й ступени выделенный ПНГ равен 20-30 % ПНГ в целом при давлении 3-4 атм., содержании C1+ - C2 – 60-70 %, C3+ – 30-40 % (300-400 г/м³), на 3-й ступени – происходит выделение 5-10 % ПНГ при избыточном давлении 0,2-0,3 атм. и содержании C3+ – от 1000-1500 до 2000-2500 г/м³.

Сбор и подача ПНГ на ГПЗ, осуществляется, как правило нефтяными компаниями. При выборе места для строительства ГПЗ, учитывались условия, при которых подача ПНГ на завод по трубопроводам происходит под своим давлением (т.е. предусматривался выбор средней точки между месторождениями, которые расположены вблизи друг от друга).

На нефтепромысле компаундируют ПНГ 1-й и 2-й ступени сепарации, подавая газ в трубопровод при давлении 5 атм., содержание в нем C3+ 300-350 г/м³. В том случае если расстояние до завода от промысла достаточно большое, ПНГ следует повторно компримировать в целях подачи по трубопроводу на ГПЗ, но данный процесс является энергоемким и, следовательно, требует существенных финансовых затрат. В связи с тем, что ПНГ 3-й ступени сепарации следовало бы компримировать при разных условиях (как минимум до 5 атм.), нефтедобывающие организации, в целях экономии средств, либо сжигают газ, либо же закачивают в пласт, либо применяют или же осуществляют переработку на местах.

2. Методы борьбы с солеотложениями в процессе добычи и подготовки газа. Отрицательное воздействие солей на работу технологического оборудования. Факторы, влияющие на отложение солей.

Неотъемлемой частью процесса разработки и эксплуатации нефтяных месторождений является водный фактор, в наибольшей степени проявляющийся при заводнении залежей, ставшем базовой технологией. В настоящее время и в перспективе, ввиду увеличения открытий малопродуктивных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, для разработки новых и доработки старых месторождений требуются нестандартные технические решения, при этом роль водного фактора усиливается, с чем необходимо считаться.

Предотвращение солеотложения в скважинах, нефтепромысловом оборудовании и системах внутрипромыслового сбора и подготовки нефти является основным направлением в борьбе с данным

процессом как негативным явлением.

Исходя из экономической целесообразности в зависимости от условий и особенностей разработки залежей, доступности технических средств и прочих факторов могут использоваться различные подходы в борьбе с данным явлением.

Для предотвращения солеотложения в нефтепромысловом оборудовании применяют технологические, физические и химические способы.

К технологическим способам относят подготовку воды для использования в системе ППД, операции по отключению обводненных интервалов, отдельный отбор и сбор жидкости и т.д. При этом предотвращение солеотложения происходит за счет исключения или ограничения возможности смешения химически несовместимых вод. Решение проблемы обводнения продукции скважины заключается в использовании комплекса средств и методов для разобщения пластов в процессе строительства скважин и отключения обводнившихся пропластков, ограничения притока пластовых вод к добывающим скважинам и их движения в промытых дренируемых зонах продуктивного пласта. Однако не существует общепризнанных критериев по их подбору и оценке области их эффективного применения с учетом особенностей эксплуатации объекта и свойств нефти в залежи. Не учитывается несовместимость применяемых изолирующих материалов с различными видами химического воздействия на пласт (например, с целью повышения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти и др.). Недостатки этого способа сопряжены со значительными затратами и сложностью его реализации.

Физические способы предотвращения отложения солей включают в себя обработку потока добываемой жидкости магнитными, электрическими и акустическими полями. Применяются специальные аппараты магнитной обработки жидкостей, представляющие систему из постоянных магнитов или электромагнитов. Под действием магнитного поля растворенные соли изменяют свою структуру, не осаждаются в виде твердых осадков, а выносятся из скважины как кристаллический мелкодисперсный «шлам». К преимуществам данного метода относится простота конструкции, к недостаткам — необходимость монтажа подъемного оборудования, необходимость обработки продукции до начала кристаллизации солей, т. е. невозможность применения при солеобразовании в призабойной зоне пласта. В промысловой практике для защиты от отложения солей применяются магнитные активаторы «Магнолеум» производства Омского электромеханического завода. Также в качестве примера можно привести оборудование для магнитной обработки фирм Integra Tech Associates и Magnetic Technology Australia, в котором применяются постоянные магниты. К недостаткам можно отнести сложно прогнозируемую эффективность и неоднозначность результата. Использование акустических полей основано на создании колебаний, которые значительно уменьшают интенсивность образования центров кристаллизации. Под акустическим воздействием меняется структура солей, мельчают их кристаллы и ослабевает сцепление с поверхностью металла. К недостаткам можно отнести их малую изученность и сложность конструкции.

Проблема солеотложения на металлических поверхностях нефтепромыслового оборудования связана с коррозионным процессом, так как любая шероховатость и продукты коррозии являются концентратом кристаллизации при движении пересыщенных солями растворов. Поэтому любые антикоррозионные покрытия на внутренних металлических поверхностях являются мерой по снижению солевых отложений. К ним относятся лакокрасочные и полимерные покрытия, детали и узлы скважинного оборудования, изготовленные из полимеров и обладающие низкой адгезией к отложениям солей. Использование полиэтиленовых труб против солеотложения рекомендуется в виде вставок в стальные трубы, что является также средством предотвращения коррозии. Однако промысловый опыт не подтвердил однозначно положительных результатов применения защитных покрытий. Так, например, полимерные материалы изнашиваются быстрее, чем металл.

Выбор источника водоснабжения и подготовка воды в системе поддержания пластового давления позволяют снизить интенсивность образования отложений солей. Закачиваемый в пласт агент должен иметь полную химическую совместимость с пластовыми и попутно добываемыми водами. К основным недостаткам этого метода можно отнести недостаточное количество высокоминерализованных вод для заводнения и значительные затраты на подготовку закачиваемого агента.

Следует отметить, что все перечисленные способы предотвращения солеотложения не могут считаться универсальными, и в значительной степени эффективность их применения зависит от усло-

вий образования осадков.

Эффективным способом предотвращения солеотложения в нефтепромысловом оборудовании, в том числе и при глушении скважин, является химический с использованием ингибиторов отложения солей. К ингибиторам относятся такие химические вещества, добавление которых в раствор неорганической соли резко замедляет процесс осадкообразования.

Выбор технологии предотвращения солеотложения методом ингибирования зависит от двух параметров: зоны солеотложения в скважине, куда необходимо доставить реагент, и объема воды, подлежащей ингибированию. Немалую роль играет расположение солеотлагающих скважин на месторождении.

В настоящий момент химический метод является наиболее эффективным и универсальным способом предупреждения солевых отложений при добыче нефти, который заключается в использовании реагентов-ингибиторов. На практике при добыче нефти в основном используют именно этот метод. Исходя из опыта не только российской, но и мировой нефтедобывающей промышленности, использование ингибиторов способствует качественной и длительной защите технологического оборудования от солевых отложений при относительно невысоких затратах.

Повышенная концентрация солей приводит к тому, что соли откладываются на рабочих органах компрессорных агрегатов, в межступенчатых теплообменниках, в подводящих трубопроводах и входных патрубках. Отложения нарушают регламентируемую работу компрессорного оборудования. Удаление солевых отложений очень трудоёмкий и энергетически затратный процесс, выполняемый с помощью специального оборудования. В процессе применяются различные химические реагенты, вещества, получающиеся в результате реакций необходимо утилизировать или соответствующим образом ликвидировать.

Помимо тех осложнений, связанных с солями и описанных выше, имеются и осложнения в работе современных систем абсорбционной осушки углеводородных газов. Со временем происходит накопление солей в абсорбентах. Наличие солей в абсорбентах приводит: ? к образованию в смеси с углеводородами стойких эмульсий и пены, что увеличивает потери абсорбентов в результате их вторичного уноса из массообменных и сепарационных аппаратов установок осушки газа; ? к осаждению солей на трубах теплообменников и испарителей, что приводит к снижению эффективности или авариям последних; ? к термическому разложению высокомолекулярных соединений абсорбентов, возникающему вследствие местных перегревов на поверхностях теплообменных аппаратов и испарителей. В связи с негативным действием солей необходимо их удалять из абсорбентов. Таким образом, осложнения, связанные со сбором и подготовкой низконапорных нефтяных газов, касаются компримирования газа и удаления из него воды и углеводородных компонентов С₃+в при минимальном расходе потенциальной энергии давления газа. Решение этих проблем требует новых подходов к разработке новых технологий и техники и модернизации существующих. Реализация таких технологий и техники должна иметь минимальные капитальные и эксплуатационные затраты, в противном случае эксплуатация месторождений на последней стадии разработки может быть нерентабельной.

Скорость и объем выпадения солей зависят от ряда факторов [2]:

- первоначальной солевой насыщенности пластовой воды;
- типа ионов в пластовой воде;
- режимов эксплуатации добывающих скважин и способов добычи скважинных флюидов;
- совместимости пластовых вод различных продуктивных пластов;
- совместимости добываемых пластовых вод с применяемыми при ГТМ водными растворами и растворами глушения;
- совместимости пластовых вод с водами для системы ППД и др.

Выпадение в осадок химического вещества из раствора происходит в том случае, если его концентрация в растворе превышает равновесную концентрацию.

Выпадение солей может происходить в следующих случаях:

- 1) при смешивании несовместимых друг с другом вод различного состава;
- 2) при изменении термобарических условий в скважине либо в насосе и, как следствие, перенасыщении вод;
- 3) при испарении воды и т.д.

Твердая фаза образуется при условии, что радиус зародышей кристаллов превышает критическое значение, которое определяется по формуле:

, (1)

где M – молекулярная масса зародыша кристаллов;

σ – удельная поверхностная энергия на границе раздела фаз;

ρ – плотность зародыша кристаллов;

$C_{\text{нас}}$, C – концентрации насыщенного и пересыщенного растворов;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура.

Сульфаты бария и стронция являются очень плотными и твердыми осадками. Низкая их растворимость практически во всех растворителях по сравнению с другими солеобразующими минералами делает их крайне нежелательным из всех органических и неорганических отложений, которые встречаются в процессе эксплуатации нефтяных скважин с высокой обводненностью продукции.

При описании и прогнозировании процесса образования сульфата бария обычно используются только химические (концентрация ионов и ионная сила раствора) и термодинамические (давление и температура) характеристики. Согласно уравнению прогноза образования сульфата бария индекс насыщения воды баритом SI определяется следующим образом:

$$SI = \lg [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] - 4,063 \cdot \mu^{0,5} + 2,787 \cdot \mu - 3,33 \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot \mu^{0,5} - 7,561 \cdot 10^{-3} T + 10^{-3} \cdot T^2 + 3,775 \cdot 10^{-5} T^2 - 7,709 \cdot 10^{-3} \cdot P + 10, \quad (2)$$

где P – давление, МПа;

T – температура, °C;

μ – ионная сила раствора;

$[Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$ – молярные концентрации соответствующих ионов, г-ион/л.

При $SI > 0$ – выпадает сульфат бария, при $SI < 0$ осадок не образуется.

Очевидно, что данное уравнение прогноза описывает случай образования сульфата бария для однопластовой скважины при значительном изменении термобарических условий. Кроме того, уравнение непригодно при использовании результатов анализа поверхностных проб, отобранных с устья скважины, поскольку не учитывает сульфата бария, уже отложившегося на ГНО и находящегося в виде ТВЧ.

Анализируя вышепредставленное уравнение, можно сделать вывод, что при эксплуатации месторождения с давлениями 15–30 МПа и с невысокой температурой пластов (25–30 °C) вклад термодинамических параметров незначительный – не более 3 %, причем вклад давления вообще минимален – менее 1 %. Эта величина меньше, чем точность определения химических параметров (ионной силы и молярной концентрации), погрешность определения которых значительно больше. Одним из основных требований, которые должны предъявляться к ингибиторам солеотложения, являются его адсорбционно-десорбционные свойства. Известно, что нефтегазоносные породы обладают различной смачиваемостью и разной сорбционной способностью. Исходя из этого для улучшения адсорбционно-десорбционных характеристик ингибитора солеотложения необходимо использовать реагенты, снижающие межфазное натяжение на границе «нефть — ингибирующий раствор» и позволяющие увеличить поверхность контакта как с силикатными и алюмосиликатными минералами, так и с карбонатной составляющей в составе цемента. Разработка универсального ингибирующего состава для таких случаев имеет важное практическое значение.

Разноуровневые задачи и задания.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Практическое занятие № 1 Определение вида пластового флюида и его физических параметров

Задание 1.1: При испытании скважины были отобраны пробы газа, компонентный состав которых характеризуется данными (% по объему Пластовая температура, давление на забое скважины в процессе испытания, по данным глубинного манометра, изменялось в пределах МПа. Определить вид пластового флюида и его физические параметры, по исходным данным приведенным в табли-

цах 1.3.1 и 1.3.2.

Контрольные вопросы

1. Общие сведения о сборе и подготовке попутного нефтяного газа.
2. Научно-технический прогресс в области сбора и подготовки попутного нефтяного газа.
3. Показатели и нормы качества попутного газа.
4. Состав и свойства попутного нефтяного газа.
5. Изменение свойств попутного нефтяного газа в системах сбора и подготовки скважинной продукции

Практическое занятие №2 Технологический расчёт сепаратора с промывочной секцией

Задание Произвести расчёт геометрических размеров аппарата и его гидравлического сопротивления по приведенным исходным данным

Контрольные вопросы

1. Теоретические основы сепарации. Основные типы конструкций сепараторов и их эксплуатационные показатели. Принцип работы сепараторов С-201 и их технологический расчет.
2. Технологический расчет гравитационных сепараторов с жалюзийными насадками.
3. Технологический расчет сетчатых сепараторов.
4. Общая характеристика прямоточных центробежных элементов. Газовые сепараторы центробежные регулируемые и их технологический расчет.
5. Краткая характеристика методов подготовки газа к дальнему транспорту. НТС, абсорбционный метод, адсорбционный метод, комбинированный метод процесса .
6. Расчет процесса дросселирования попутного нефтяного газа.
7. Зависимость функции коэффициента Джоуля-Томсона от приведенных давления и температуры. Номограмма для определения интегрального дроссель-эффекта Джоуля-Томсона.

Практическое занятие №3

Гидравлический и тепловой расчёт газопромысловых шлейфов

Задание 1. Из группы скважин по подземному теплоизолированному шлейфу газ подаётся на установку комплексной подготовки газа (УКПГ).

Параметры газа: расход Q , млн.м³/сут; скорость газа в шлейфе w , м/с; давление в начале шлейфа P_n , МПа; температура в начале шлейфа T_n , К.

Параметры шлейфа: коэффициент теплоотдачи от трубопровода в грунт α , Вт/(м² · °С).

Параметры изоляционного материала: марка (см. таблицу А. 3), толщина изоляции $\delta_{из}$, мм принимается исходя из конкретных условий прокладки шлейфа.

Расстояние от скважины до УКПГ l , км. Температура грунта $T_{гр}$, К.

Требуется определить температуру T_1 и давление P_1 газа на входе в УКПГ.

Исходные данные приведены в таблицах А. 4 и А. 5.

Контрольные вопросы

1. Классификация промысловых систем сбора и транспорта попутного нефтяного газа.
2. Требования к системам сбора попутного нефтяного газа.
3. Преимущества и недостатки различных систем сбора.
4. Выбор структуры системы сбора и местоположения объектов по подготовке углеводородного сырья на ГКМ.
5. Требования к качеству газа, подаваемого в МГ. Основные требования к качеству сжиженных газов и стабильного конденсата
6. Основы гидравлического расчета шлейфов.
7. Основы теплового расчета шлейфов.
8. Современные тенденции развития техники и технологии систем сбора углеводородного сырья на ГиГКМ.

Практическое занятие №4 Определение условий образования гидратов газов

Задание Определить зависимость давления гидратообразования для отдельных компонентов природных газов от температуры аналитическим методом по эмпирическим формулам приведенным в

таблице

По полученным значениям давления гидратообразования и заданным температурам построить графики зависимости $P = f$.

Контрольные вопросы

1. Методы ликвидации гидратных пробок. Общие требования к проведению работ по ликвидации гидратов. Метод снижения давления. Метод повышения температуры. Использование ингибиторов для полного разложения гидрата.
2. Процесс парафинизации и методы борьбы с парафиноотложениями в газопромысловом оборудовании. Механизм парафинизации основные факторы, влияющие на процесс парафинизации. Сравнительный анализ различных методов борьбы с парафиноотложениями.
3. Методы борьбы с солеотложениями в процессе добычи и подготовки газа. Отрицательное воздействие солей на работу технологического оборудования. Факторы, влияющие на отложение солей. Сравнительная эффективность различных способов борьбы с отложениями солей.
4. Способы разрушения отложения солей. Физико-химическая характеристика комплексонов и их применение. Применение комплексонов для защиты шлейфов и оборудования. Принципиальная схема приготовления и подачи комплексного ингибитора гидратообразования, солеотложения и коррозии

Практическое занятие № 5 Расчёт расхода ингибитора гидратообразования

Задание От скважин до установки подготовки газа транспортируется газ относительной плотностью ρ . Давление на устье скважины P_1 , МПа, температура T_1 оС. При транспортировке газ охлаждается до T_2 , оС. Давление газа на входе в УКПГ P_2 , МПа (см. пример 1.1). Для предупреждения гидратообразования в шлейф подается $X_1 = 96$ %-ный раствор метанола. Требуется определить расход метанола G . Исходные данные приведены в таблицах А. 4 и А.5.

контрольные вопросы

1. Снижение пропускной способности трубопроводов при эксплуатации ГиГКМ. Причины, вызывающие снижение пропускной способности, методы предупреждения и борьба с ними.
2. Общая характеристика газогидратов.
3. Условия образования гидратов. Влияние различных факторов на процессы образования и разложения гидратов.
4. Предупреждение процесса гидратообразования.
5. Основы ингибирования процесса гидратообразования.
6. Физико-химические свойства ингибиторов гидратообразования. Метанол, гликоли, хлористый кальций, новые ингибиторы гидратообразования
7. Понятие газовых гидратов.
8. Последствия образования газовых гидратов.
9. Условия образования газовых гидратов.
10. Методы борьбы с гидратообразованием

Учебно-методическое пособие по практическим работам на ходится по адресу:

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Nafikova18314.pdf

В учебно-методическом пособии приведены задания для практических работ. К каждой работе даны краткое теоретическое описание, примеры решений и варианты для самостоятельного выполнения.

Тест.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Тест

Номер:##31287.1.1.1.1.2.0(2)

Задание: Какой вид газа относится к природному газу:

Ответы:

- метан;
- пропан;
- бутан;
- изобутан;
- пропилен;

Номер:##31287.1.1.1.2.1.0(1)

Задание: Температура точки росы углеводородам не нормируется при содержании C5 в газе не выше, г/м³:

Ответы:

- 1,0
- 1,5
- 2,0
- 2,5
- 5,0

Номер:##31287.1.1.1.3.1.0(1)

Задание: Требуемая полнота сгорания при утилизации нефтяного газа на промыслах обеспечивается:

Ответы:

- при подаче воздуха в поток сжигаемого газа.
- при увеличении скорости потока сбрасываемых газов.
- при уменьшении давления сбрасываемых газов.
- при увеличении давления сбрасываемых газов.
- при подаче распыленной воды в поток сбрасываемого газа.

Номер:##31287.1.1.2.12.1.0(1)

Задание: Какие негативные явления могут происходить при разгазировании пластовых вод и их контакте с воздухом (кислородом):

Ответы:

- повышается склонность к солеотложению смесей.
- увеличивается общая минерализация
- в определенных условиях создается возможность образования взрывоопасных см.
- повышается коррозионная агрессивность.
- возрастает pH.

Номер:##31287.1.1.2.19.2.0(3)

Задание: Недостатками традиционной системы утилизации попутного нефтяного газа являются:

Ответы:

- невозможность утилизации попутного газа низших ступеней сепарации;
- большие экономические, энергетические и временные затраты;
- неэффективность для реализации на малых и средних месторождениях;
- нет стимуляции со стороны правительства;
- недостаточность изученности проблемы.

Номер:##31287.1.1.3.22.1.0(1)

Задание: Широкая фракция легких углеводородов; ШФЛУ – это:

Ответы:

- углеводородная смесь, состоящая из пропана, бутанов и пентанов с примесями метана, этана, гексанов и более тяжелых компонентов, получаемая в процессе переработки нестабильного газового конденсата и стабилизации нефти;
- углеводородная смесь, состоящая из пропана, бутанов и пентанов, получаемая в процессе

переработки стабилизации нефти;

- углеводородная смесь, состоящая из пропана, бутанов и пентанов с примесями метана, этана, гексанов и более тяжелых компонентов, получаемая в процессе стабилизации нефти;
- углеводородная смесь, состоящая из пропана, бутанов и пентанов с примесями метана, этана, гексанов и более тяжелых компонентов, получаемая в процессе переработки нестабильного газового конденсата;
- углеводородная смесь, состоящая из метана, этана, гексанов и более тяжелых компонентов, получаемая в процессе переработки нестабильного газового конденсата и стабилизации нефти;

Номер:##31287.1.1.3.25.1.0(1)

Задание: Какое количество попутно добываемого нефтяного газа должно утилизировать нефтегазодобывающее предприятие?

Ответы:

- 95 %
- 100 %
- 80 %
- 90 %
- 85 %

Номер:##31287.1.1.3.26.2.0(3)

Задание: При подготовке какого продукта необходима стабилизация?

Ответы:

- газоконденсата
- легких нефтей
- средних нефтей
- тяжелых нефтей
- природных газов

Номер:##31287.2.1.2.20.1.0(1)

Задание: Что называется компрессором?

Ответы:

- машина для сжатия воздуха или газа до избыточного давления не менее 0,2 МПа
- машина для сжатия воздуха или газа до избыточного давления не менее 0,1 МПа
- насос для перекачки газа с избыточным давлением не менее 0,2 МПа
- оборудование компрессорных станций для транспорта газированной жидкости по газопроводам
- оборудование насосных станций для транспорта газированной жидкости по газопроводам

Номер:##31287.3.1.3.24.2.0(2)

Задание: Приведенный коэффициент гидравлического сопротивления, учитывающий относительное движение фаз это

Ответы:

- отношение градиентов давления смеси к градиенту давления однофазной жидкости при одинаковом расходе
- отношение градиентов напора смеси к градиенту напора однофазной жидкости при одинаковом расходе
- отношение градиентов давления однофазной жидкости к градиенту давления смеси при одинаковом расходе
- отношение градиента напора смеси к градиенту напора однофазной жидкости
- отношение градиентов давления смеси к градиенту давления однофазной жидкости
