МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Направление подготовки/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль)/специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа»
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026
Реализуется	7-8 семестрах

Разработано
Доцент кафедры ТПНиПЭ
Пикалов С.Г.

Ставрополь
2026г.

Содержание

Введение.....5
Лабораторная работа № 1 Анализ смеси газов на аппарате ВТИ-2.....6
Лабораторная работа № 2 Определение пропускной способности гравитационного сепаратора.....9
Лабораторная работа № 3 Определение коррозионной активности абсорбента.....11
Лабораторная работа № 4 Определение механической прочности адсорбентов.....14
Лабораторная работа № 5 Определение кинематической вязкости газового конденсата.....17
Лабораторная работа № 6 Определение концентрации сероводорода в газе.....20
Лабораторная работа №7 Определение содержания сероводорода в газе йодометрическим методом 24
Лабораторная работа № 8 Определение давления в ректификационной колонне.....28
Лабораторная работа № 9 Определение параметров насоса.....30
Список литературы.....33
Приложение 1.....34

Введение

Целью изучения дисциплины «Технология глубокой переработки нефти» является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Основные задачи изучения дисциплины: заложить основу знаний по теории и практике применения вторичных термических и каталитических процессов переработки нефти и газа; дать представления о химизме, механизме, термодинамике и кинетике этих процессов, научить обосновывать параметры технологического режима; сформировать научный подход к подбору катализаторов и конструкций реакторов; ознакомить с технологическими схемами и аппаратурным оформлением вторичных процессов переработки нефтяных фракций, основами расчета реакторов.

Задачи изучения дисциплины состоят также в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим бакалаврам для принятия технически и экономически обоснованных решений при: планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов и модернизации существующих установок переработки нефти и газа; проектировании новых технологических схем, выборе параметров технологического режима, расчете и выборе оборудования; анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов; анализе научно-технической литературы и проведении патентного поиска.

Дисциплина Б1.В.08.16 «Технология глубокой переработки нефти» относится к дисциплинам направленности (профиля) «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа». Ее освоение происходит в 7, 8 семестрах.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья..
ПК-2	Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья

Лабораторная работа № 1 Анализ смеси газов на аппарате ВТИ-2

Цель и содержание: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета теплообменной аппаратуры.

Компетенции или их части:

- Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)
- Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть

Волюмометрия – это метод определения содержания вещества путем измерения объема газа.

Природные и попутные нефтяные, а также газы, получающиеся в различных процессах переработки нефтяного сырья, представляют собой смесь углеводородов. Кроме углеводородов в газах присутствуют неуглеводородные компоненты: N_2, CO_2, H_2S, RSH, COS, NH_3, SO_2 и др. Неуглеводородные компоненты газов обладают значительной растворимостью в воде:

- NH_3 – 700 об. на 1 об. H_2O при н.у.;
- H_2S – 3 об. на 1 об. H_2O при н.у;
- CO_2 – 1 об. на 1 об. H_2O при н.у.

Этим их свойством пользуются при анализе газовых смесей. Волюмометрический анализ газовых смесей основан на последовательном поглощении (абсорбции) отдельных компонентов различными химическими поглотителями. Измеряя объем газа до и после абсорбции, по разности определяют количество поглощенного компонента или суммы компонентов (в % об.), реагирующих с данным поглотителем.

Методом абсорбции (поглощения) определяют диоксид углерода, сумму кислых газов (CO_2 + H_2S), кислород. Диоксид углерода поглощается 30-35% раствором едкого калия по реакции:

$KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$

Кислород поглощается щелочным раствором пирогаллола (1,2,3 тригидроксибензол) по реакции:

$2C_6H_3(OK)_3 + 0{,}5O_2 \rightarrow H_2O + [C_6H_2(OK)_3]_2$

Поглощение кислорода следует проводить после удаления из газовой смеси кислых компонентов.

Устройство газоанализатора ВТИ-2 показано на рисунке 1.

Газоанализатор ВТИ-2 состоит из следующих основных частей. Шесть поглотительных сосудов 1-6. Двойная газовая бюретка 25, помещенная в водяную рубашку, с уравнительной склянкой 27. Бюретка состоит из двух соединенных между собой частей. Обе части снабжены стеклянной вилкой 28 с двумя прямыми кранами. Такая конструкция допускает либо совместное, либо раздельное использование обеих частей. Общий объем бюретки 100 мл. Левая часть имеет по длине четыре расширения, вместимостью по 20 мл каждое.

На сужениях (между расширениями) нанесены деления, позволяющие производить отчет объемов в 20, 40, 60 и 80 мл с точностью до 0,05 мл. Правая часть бюретки – трубка вместимостью 22 мл – градуирована по всей длине на 0,05 мл.

Компенсационное устройство 24 для устранения влияния атмосферных условий на измеряемые объемы анализируемого газа. Оно состоит из компенсационной трубки и манометра. Компенсационная трубка, объем которой равен объему правой части газовой бюретки, запаянным концом погружена в водяную рубашку, а другим – соединена с манометром.

Гребенка, состоящая из отдельных секций с серповидными кранами 7, 8, 10-13, 16 и трехходовым 22, скрепленными резиновыми трубками. Две секции, кроме того, снабжены одноходовыми кранами 9 (для соединения с трубкой для сжигания) и одна секция – трехходовым краном 14, соединяющим манометр с гребенкой. На конце гребенки надеты заглушки 21.

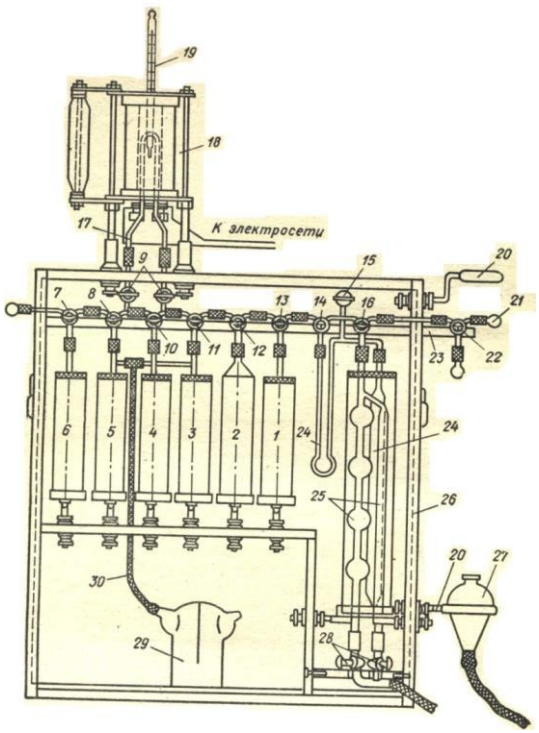


Рисунок 1 – Газоанализатор ВТИ-2

1 - 6 – поглотительные сосуды; 7, 8, 10-13, 16 – серповидные краны; 9 – одноходовые краны; 14, 22 – трехходовые краны; 15 – кран компенсационной трубки; 17 – петля для сжигания компонентов газа; 18 – электрическая печь; 19 – термометр на 350 °С; 20 – кольца для установки уравнительной склянки; 21 – заглушка для гребенки; 23 – планка для крепления кранов; 24 – компенсационное устройство; 25 – двойная газовая бюретка; 26 – футляр прибора; 27 – уравнительная склянка; 28 – стеклянная вилка с двумя прямыми кранами; 29 – склянка Тищенко; 30 – изолирующая гребенка со шлангом.

Изолирующая гребенка со шлангом 30 для поглотительных сосудов 3 и 5, которая соединена со склянкой Тищенко 29, служащей гидравлическим затвором.

Предохранительная трубка с шарообразным расширением для поглотительного сосуда 2 с раствором брома.

Петля 17 для сжигания газов, помещенная в трубчатую печь 18 с электрическим обогревом. Для регулирования температуры печи используется ЛАТР-1. Для измерения температуры имеется термометр 19 (при сжигании водорода) и термопара, соединенная с гальванометром.

Оборудование и материалы

1. Газоанализатор ВТИ-2

Указания по технике безопасности См приложение 1

Задание

Перед тем как приступить к работе с прибором, необходимо проверить все стеклянные краны и хорошо их притереть, а также изучить направление движения газа при различных положениях кранов.

В рубашку наливают дистиллированную воду, а в уравнительную склянку – 150 – 200 мл 10 % раствора серной кислоты, подкрашенной метиловым оранжевым.

Поглотительные сосуды заполняют соответствующими абсорбентами и приводят в рабочее состояние. Для этого наполняют затворной жидкостью бюретки, разобщают гребенку с атмосферой, открывают серповидный кран к соответствующему поглотительному сосуду и кран 16 к левой части бюретки. При медленном опускании склянки создается разрежение, и поглотительная жидкость будет переливаться из наружной вспомогательной камеры во внутреннюю. Как только жидкость дойдет до метки, кран поглотителя закрывают и наблюдают в течение нескольких минут за уровнем жидкости в поглотительном сосуде. Если уровень

опускается, то система негерметична, необходимо промыть ацетоном пробку и втулку стеклянного крана, смазать кран и вновь проверить поглотитель на герметичность. Таким же приемом доводят до уровня поглотительную жидкость в остальных сосудах.

При пересчете концентраций следует руководствоваться определением процентной концентрации, молекулярной массы и законом Авогадро.

Пересчет концентраций выполняется по формуле (1)

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Назначение поглотительных сосудов. Какой абсорбент используется для сероводорода, а какой – для диоксида углерода?
2. Что используется в качестве затворной жидкости?
3. Дать определение процентной концентрации.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 2 Определение пропускной способности гравитационного сепаратора

Цель и содержание: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями определения коррозионных свойств веществ.

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть.

Определение пропускной способности данного вида аппарата ведется для газовой и жидкой фаз.

Для газовой фазы рассчитывается пропускная способность сепаратора $V_г$ при, известных диаметре сепаратора D_c, термобарических условиях в нем (p_c T_c) и свойствах фаз ($\rho_н$, $\rho_г$, $\mu_н$, $\mu_г$).

Исходя из осаждения в газовом потоке жидких и твердых частиц в поле силы тяжести, максимальная пропускная способность по газу, м^3/сут.

$$V = 842\frac{D^2 p_c d_ж^2 (\rho_н - \rho_г)}{T \mu_г z}, \qquad (1)$$

где $V_{г.max}$ – максимальная пропускная способность сепаратора по газу, расход которого приведен к нормальным условиям, м^3/сут; D_c – внутренний диаметр сепаратора, м; $d_ж$ –диаметр капли жидкости, м ($d_ж = 1 \bullet 10^{-4}$ м); p_c – давление в сепараторе, Па; T_c – температура в сепараторе, К.

Исходя из условий всплытия пузырьков газа движущейся в сепараторе нефти, максимальная пропускная способность сепаратора по жидкости, м^3/сут.

$$Q_{ж.max} = 36964 D_c^2 \frac{d_г^2 (\rho_н - \rho_г)}{\mu_н}, \qquad (2)$$

где $d_г$ – диаметр пузырька газа, м (можно принять $d_г$ $1 \cdot 10^{-3}$ м); $\mu_н$ – вязкость нефти Па·с.

Газовый фактор рассчитывается по формуле:

$$Г = \frac{V_{г.max}}{Q_{ж.max}}, \qquad (3)$$

Оборудование и материалы

1. Справочная литература

Указания по техники безопасности См приложение 1

Задания

Рассчитать пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора диаметром D_c=1,2 м. Жидкая фаза – нефть плотностью $\rho_н$ = 852 кг/м^3 (при давлении в сепараторе p_c = 1,6 МПа, температуреТс = 293 К) и вязкостью при этих условияхμ$_н$ = 6 мПа·с. Плотность газа в нормальных условиях $\rho_{го}$ = 1,35 кг/м^3. Вязкость газа в условиях сепаратора $\mu_г$ = 1,3·10^{-5}Па·с. Коэффициент z принять равным 1.

Решение:

Предварительно вычисляем плотность газа при условиях в сепараторе

$$\rho_г = \rho_{го} \frac{p_c T_0}{p_0 T_c z} = \frac{1{,}35 \cdot 1{,}6 \cdot 273}{0{,}1 \cdot 293 \bullet 1} = 20{,}12 \text{ кг/м}^3$$

По формуле (1) рассчитываем максимальную пропускную способность сепаратора по газу

$$V_{г.max} = \frac{842 \bullet 1{,}2^2 \bullet 1{,}6 \bullet 10^6 (1 \bullet 10^{-4})^2 \bullet (852 - 20{,}12)}{293 \bullet 1{,}3 \bullet 10^{-5} \bullet 1} = 4{,}23 \bullet 10^6 \text{м}^3/\text{сут}.$$

Пропускная способность по жидкости

$$Q_{ж.max} = \frac{36964 \bullet 1{,}2^2 \bullet (1 \bullet 10^{-3})^2 \bullet (852 - 20{,}12)}{6 \bullet 10^{-3}} = 7380 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Таким образом, при заданных условиях в данном сепараторе будет эффективно сепарироваться нефть с содержанием в ней до

$$\Gamma_{10^6} = 4{,}23 \bullet \frac{}{7380} = 573 \text{м}^3/\text{м}^3 \text{ газа.}$$

Рассчитать пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора (расчетные данные смотри в таблице 1) диаметром D_c. Жидкая фаза – нефть плотностью $\rho_н$ (при давлении в сепараторе p_c, температуре

Тс = 297 К) и вязкостью при этих условияхμ$_н$ = 5,5 мПа·с. Плотность газа в нормальных условиях $\rho_{го}$ = 1,25 кг/м^3. Вязкость газа в условиях сепаратора $\mu_г = 1{,}35 \cdot 10^{-5}$Па·с. Коэффициент z принять равным 0,93.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 6.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр D_c, м	1,6	1,2	1,8	2,0	1,4	1,6	1,8	1,2	2,0	2,4
Плотность нефти $\rho_н$,кг/м^3	850	860	852	865	840	820	870	850	860	840
Давление в сепараторе, МПа	1,6	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Коэффициенты, характеризующие совершенство сепаратора.
2. Основные категории сепараторов.
3. По каким параметрам рассчитываются сепараторы?

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 3 Определение коррозионной активности абсорбента

Цель и содержание: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями определения коррозионных свойств веществ.

Компетенции или их части:

- Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)
- Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2)

Теоретическая часть.

Известно, что в жидких углеводородах сероводород не вызывает коррозию. Однако, в газах присутствуют в том или ином количестве пары воды, которые усиливают действие агрессивных компонентов, к которым относится сероводород. Поэтому были проведены исследования коррозионной активности абсорбента, насыщенного сероводородом в присутствии влаги. В качестве абсорбента использовался газовый конденсат.

Лабораторные испытания проводились с помощью контрольных образцов, устанавливаемых в объеме испытуемой среды.

Оборудование и материалы

1. Лабораторная установка определения коррозионной активности насыщенного сероводородом конденсата

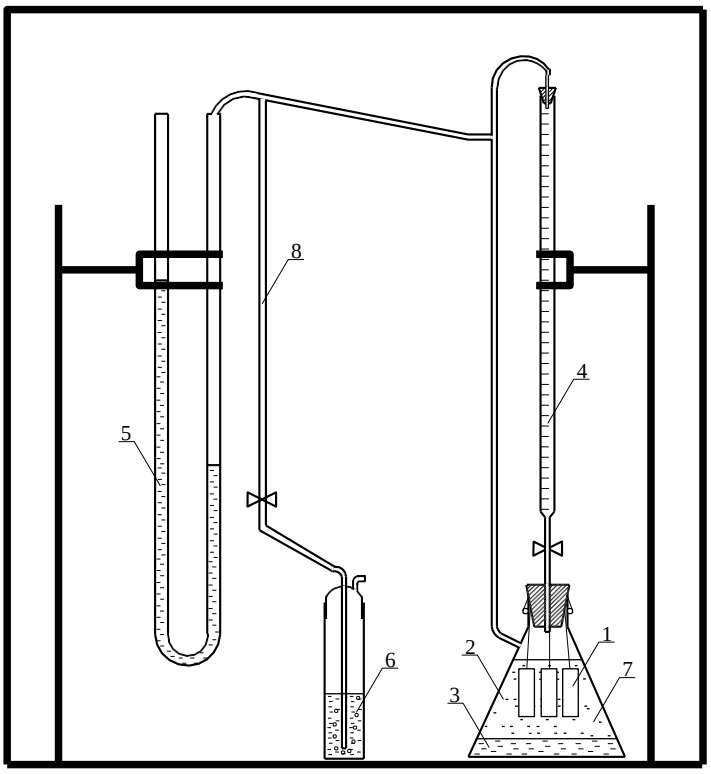
Указания по техники безопасности См приложение 1

Задания

Перед испытанием образцы протираются карандашной резинкой и обезжириваются ацетоном, просушиваются фильтровальной бумагой, после чего взвешиваются на аналитических весах с точностью до 0,0002 г. После испытаний продукты коррозии удаляются с образца протравливанием в ингибированной соляной кислоте в течение трех минут. Затем образцы отмываются избытком воды, сушатся и далее взвешиваются.

Схема лабораторной установки приводится на рисунке 1.

В склянку 7 помещается 150-200 мл конденсата, насыщенного сероводородом. В склянке образцы подвешиваются на нитках, которые закрепляются снаружи склянки 7. Для получения сероводорода использовался водный раствор сульфида натрия, который добавлялся в конденсат, и разбавленная соляная кислота, которая помещалась в бюретку. Для регулирования давления в склянке 7 использовался отвод 8, соединенный со склянкой Дрекселя 6, заполненной подкисленным раствором хлорида кальция для поглощения избыточного сероводорода.



1 – образцы-свидетели; 2 – газовый конденсат; 3 – водный раствор сульфида натрия; 4 – бюретка с раствором HCl; 5 – U образная трубка; 6 – дрексель с раствором $CdCl_2$; 7 – склянка; 8 – соединительные трубки

Рисунок 1 – Схема лабораторной установки определения коррозионной активности насыщенного сероводородом конденсата

После того, как установка собрана и проверена на герметичность, на бюретке открывается вентиль и по каплям раствор HCl добавляется в склянку 7. Выделяющийся сероводород барботирует через слой конденсата, насыщая его. Избыток сероводорода образует газовую шапку над раствором, постепенно вытесняя воздух. Контроль вытеснения воздуха из трубок осуществляется по образованию в дрекселе 6 осадка сульфида кадмия желтого цвета, после чего вентиль перед дрекселем 6 перекрывается, в склянке 7 набирается некоторое избыточное давление, перекрывается вентиль на бюретке с раствором HCl и образцы оставляются в растворе на определенное время.

Скорость коррозии (г/м^2*ч)определяется по формуле (1):

$K=\Delta m/S/t$.....(1),

где Δm-потеря массы образца, г;

S- площадь поверхности образца, м^2;

t-время опыта,ч.

Показатель глубинной коррозии (мм/год) определяется по формуле (2)

$П=8,76*K/\rho$,

где ρ- плотность испытуемого образца, кг/м^3.

Результаты испытаний коррозионной активности абсорбента оформляются в табличном виде.

Таблица 1 –Результаты испытаний коррозионной активности абсорбента

№ образца	Размеры образца, мм	Площадь поверхности образца S, $м^2$	Масса образца до испытания m_1, г	Масса образца после испытания m_2, г	Убыль веса образца Δm, г	Время t, ч	Скорость коррозии К, $г/м^2 \cdot ч$	Показатель глубинной коррозии П, мм/год	Группа стойкости испытуемой стали

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Как подготовить образцы к испытаниям?
2. Сколько измерений следует делать при проведении испытаний.
3. По какому показателю определяется группа стойкости металла.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 4 Определение механической прочности адсорбентов

Цель и содержание: определить механическую прочность адсорбентов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть

Для обеспечения осушки газа до точки росы минус 85°С, и более используют, как правило, адсорбционные методы извлечения влаги из природных и нефтяных газов. Адсорбция — это процесс концентрирования извлекаемого компонента газовой смеси на поверхности или в объеме микропор твердого тела. Осушка газа адсорбентами основана на способности твердых тел определенной структуры поглощать влагу из газа. Адсорбционная осушка газа представляет собой физический процесс, эффективность которого определяется температурой и давлением.

Адсорбенты-осушители, применяемые на промышленных установках, должны обладать следующими свойствами:

1. высокой поглотительной способностью, зависящей от величины поверхности и объема пор;
2. механической прочностью — не разрушаться под действием массы слоя;
3. прочностью от истираемости — не измельчаться от движения газа в слое адсорбента;
4. стабильностью при многоцикловой работе.

Одним из наиболее распространенных в промышленной практике минеральных адсорбентов является силикагель - продукт обезвоживания геля кремниевой кислоты, промытый от примесей, высушенный и прокаленный. Выпускается в виде шариков, таблеток или кусочков неправильной формы, с зернами размером в пределах 0,2–7,0 мм. Силикагели активно сорбируют углеводороды. На промышленных установках наиболее эффективно применение мелкопористого силикагеля марки КСМ. Основными преимуществами силикагелей являются:

- низкая температура, требуемая для регенерации (110–200 °С);
- низкая себестоимость при крупнотоннажном промышленном производстве;

Основными их недостатками является то, что они разрушаются под действием капельной влаги, хорошо адсорбирующие масла, гликоли, ингибиторы гидратообразования и коррозии в процессе регенерации образуют смолистые соединения, закупоривающие поры сорбента.

Самыми перспективными промышленными сорбентами являются цеолиты или молекулярные сита. Этот тип адсорбентов может быть разделен на две категории: природные цеолиты и синтетические цеолиты.

Природные цеолиты – алюмосиликаты, содержащие в своем составе окислы щелочных и щелочноземельных металлов, отличающиеся строго регулярной кристаллической структурой пор. Алюмосиликаты широко распространены в природе (шабазит, ферроврит и др.). Промышленно производятся искусственные цеолиты марок КА, NaA, CaA, NaX, CaX.

Оборудование и материалы.

Механическая прочность адсорбентов определяется по потере массы в результате истирания гранул адсорбента в восходящем потоке газа. На рисунке 1 приводится схема прибора для определения прочности адсорбентов при истирании.

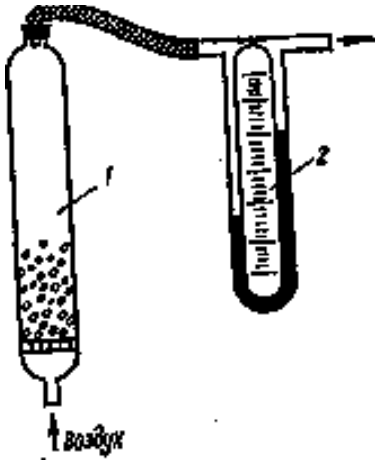


Рисунок -1 Схема прибора для определения прочности адсорбентов:
1- колонка с адсорбентом; 2 - реометр.

Указания по технике безопасности См приложение 1

Задания

Подготовительные работы.

Перед проведением испытания проба адсорбента (навеска ≈5 г) отсеивается от пыли, взвешивается в стеклянном бюксе и засыпается в стеклянную колонку с пористой перегородкой. Диаметр трубки 23 мм. Через колонку пропускают воздух. Адсорбент периодически взвешивают и доводят до постоянной массы.

Определение потери массы адсорбента от истирания

После достижения постоянства массы адсорбента устанавливают такой расход воздуха, при котором адсорбент находится в «кипящем» слое. Испытание продолжается в течение 15 мин. После испытания адсорбент отсеивают от пыли, взвешивают и проводят расчет потери массы адсорбента.

Испытания проводят для трех разных навесок адсорбента (4г, 5г, 6г) и определяют среднее значение потери от истираемости.

Оформление результатов, содержание отчета, форма отчета о выполненной работе.

В отчете следует отразить цель работы, привести описание схемы опыта, представить результаты эксперимента в табличном виде.

При расчете потери массы адсорбента от истирания следует использовать следующую формулу:

$$a = \frac{m_2 * 100}{m_1}$$

где m_1 и m_2 — массы адсорбента до и после испытания соответственно, г.

Пример оформления результатов опытов.

Таблица 1 – Результаты исследования механической прочности адсорбентов

№ опыта	Масса адсорбента,г		Потеря массы, ά, %	Примечание
	до опыта	после опыта		
1				Цеолит (силикагель)
2				
3				

Вывод:

Содержание отчёта

В своем журнале каждый студент записывает порядок выполнения того или иного задания, в необходимых случаях по результатам выполнения задания составляет таблицу по форме, рекомендуемой к конкретному заданию. Результаты лабораторной работы анализируются

студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторной работы рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Что такое адсорбция?
2. Вещества, используемые в качестве адсорбентов.
3. Что определяет механическая прочность адсорбента?
4. Свойства цеолитов и силикагелей.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 5 Определение кинематической вязкости газового конденсата

Цель и содержание: закрепить у студентов знания о вязкости газового конденсата и получить практические навыки по ее определению.

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть

Вязкость является одной из важнейших характеристик нефти и нефтепродуктов. Она характеризует прокачиваемость нефти при транспортировании ее по трубопроводам, прокачиваемость топлив и двигателях внутреннего сгорания, поведение смазочных масел в механизмах и т. д. Различают динамическую, кинематическую и условную вязкость. Динамическая вязкость измеряется в пуазах. В технологических расчетах чаще пользуются кинематической вязкостью, числено равной отношению динамической вязкости нефтепродукта к его плотности.

Единицей кинематической вязкости является стоке (ст), размерность стокса, см/сек. Для сравнительной оценки высоковязких нефтепродуктов и подобных им жидкостей пользуются также условной вязкостью (ВУ), под которой понимают отношение времени истечения из стандартного вискозиметра определенного объема испытуемой жидкости ко времени истечения такого же количества дистиллированной воды при 20°С. Условная вязкость может быть выражена также временем истечения (в секундах) определенного объема жидкости из стандартных вискозиметров Сейболта, Редвуда. Для взаимного пересчета различных единиц вязкости пользуются формулами, таблицами и номограммами.

Вязкость жидких нефтепродуктов определяется их температурами выкипания, т. е. химическим составом. Чем выше температура выкипания нефтяной фракции, тем больше ее вязкость. Наивысшей вязкостью обладают остатки от перегонки нефти и асфальто-смолистые вещества. Среди различных групп углеводородов наименьшую вязкость имеют парафиновые, наибольшую - нафтеновые, ароматические углеводороды занимают промежуточное положение.

Вязкость жидких нефтепродуктов зависит от температуры, при которой они находятся. С понижением температуры вязкость их возрастает.

Измерение вязкости нефтяных смазочных масел в зависимости от температуры имеет большое значение при эксплуатации механизмов в широком интервале температур. Для характеристики этой зависимости предложен показатель - индекс вязкости. Индекс вязкости (ИВ) был разработан Дином и Девисом с целью эксплуатационных свойств смазочных масел. Чем меньше меняется вязкость смазочного масла с изменением температуры, тем выше его индекс вязкости и тем выше считается его качество. Индекс вязкости зависит от группового состава нефтепродукта и от структуры углеводородов.

Наибольшим индексом вязкости обладают парафиновые углеводороды, наименьшим - полициклические ароматические с короткими боковыми цепями. Вязкость жидких нефтепродуктов с повышением давления возрастает. Характер изменения вязкости масел с повышением давления имеет большое практическое: значение, так как в некоторых узлах трения возникают высокие давления.

Для относительно маловязких светлых нефтепродуктов и масел применяют метод определения кинематической вязкости.

Оборудование и материалы

1. Вискозиметр стеклянный типа ВПЖ-2
2. Термостат.
3. Резиновая трубка.
4. Водоструйный насос или груша.

5. Секундомер.

Указания по технике безопасности См приложение 1

Задания

Сущность метода заключается в измерении времени истечения определенного объема испытуемой жидкости под влиянием силы тяжести. Испытание проводят в капиллярных стеклянных вискозиметрах. Для проведения анализа подбирают вискозиметр с таким диаметром капилляра, чтобы время истечения жидкости составляло не менее 200 с. В лабораторной практике наиболее распространен вискозиметр ВПЖ-2 (рис. 1).

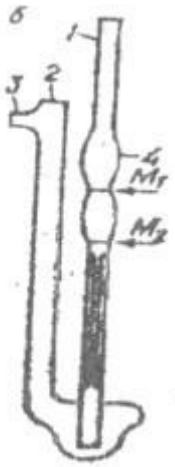


Рисунок 1 – Вискозиметр ВПЖ-2

Чистый сухой вискозиметр заполняют нефтью (нефтепродуктом). Для этого на отводную трубку надевают резиновую трубку. Далее, зажав пальцем колене 2 и перевернув вискозиметр, опускают колено 1 в сосуд с нефтью (нефтепродуктом) и засасывают нефть (нефтепродукт) с помощью резиновой груши, водоструйного насоса или иным способом до метки m_2, следя за тем, чтобы в нефти (нефтепродукте) не образовалось пузырьков воздуха Вынимают вискозиметр из сосуда и быстро возвращают в нормальное положение. Снимают с внешней стороны конца колена 1 избыток нефти (нефтепродукта) и наливают в термостат (баню) так, чтобы расширение 4 было ниже уровня нефти (нефтепродукта). После выдержки в термостате не менее 15 мин засасывают нефть (нефтепродукт) в колено 1 примерно до 1/3 высоты расширения 4. Соединяют колено 1 с атмосферой и определяют время перемещения мениска нефти (нефтепродукта) от метки m_1 до m_2 (с погрешностью не более 0,2 с). Если результаты трех последовательных измерений не отличаются более чем на 0,2%, кинематическую вязкость вычисляют как среднее арифметическое по формуле:

$$\nu = c \cdot \tau, \qquad (6)$$

где c – постоянная вискозиметра, мм^2/с^2, τ – среднее время истечения нефти (нефтепродукта) в вискозиметре, с.

Допускаемые расхождения последовательных определений кинематической вязкости, от среднего арифметического значения не должно превышать следующих значений:

Температура измерения, ^{0}C	-60 – -30	-30 – 15	15 – 15
Допускаемое расхождение, %	±2,5	±1,5	±1,2

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются

выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Какие виды вязкости вы знаете?
2. Как изменяется вязкость с изменением температуры?
3. От чего зависят вязкостно-температурные свойства нефтепродуктов?

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 6 Определение концентрации сероводорода в газе

Цель и содержание: Познакомить студентов с основами теории и практики методов титриметрического анализа и научить определять содержания сероводорода в газе при низких концентрациях. Количественные данные о содержании H_2S в газе важны при проектировании установок для очистки газа, а также при изучении геохимических особенностей пластовых флюидов.

Компетенции или их части:

- способность обеспечить выработку компонентов и приготовление товарной продукции (ПК-2)
- способность разрабатывать и совершенствовать технологию производства продукции (ПК-4)

Теоретическая часть

Прием титрования состоит в том, что к определенному объему раствора по каплям приливают из точно калиброванной бюретки стандартный раствор реагента, а точку эквивалентности (конечную точку титрования) устанавливают по резкому изменению окраски раствора (или индикатора). Конец титрования наступает в тот момент, когда в титруемый раствор прибавлено теоретически требующееся количество стандартного раствора.

Основным веществом, применяемым в качестве окислителя в йодометрии, является элементарный йод. Он окисляет все восстановители, в т.ч. сульфид-ион S^{-2} до серы S_o.

Йодометрические определения широко применяются в практике заводских научно-исследовательских и вузовских лабораторий, т.к. отличается высокой точностью, не требуется использования индикаторов. В основе метода лежат окислительные свойства йода, т.е. его способность восстанавливаться восстановителями, такими как тиосульфат натрия.

Для определения концентрации сероводорода в газе используется метод обратного титрования, когда раствором йода, взятого в избытке, окисляется компонент газа, а избыток йода оттитровывается стандартным раствором тиосульфата.

Йодометрический метод определения H_2S основан на поглощении H_2S из газа раствором подкисленного хлористого кадмия (или уксуснокислого) с последующим окислением сульфида кадмия йодом, избыток которого титруется стандартным раствором тиосульфата:

$$H_2S + CdCl_2 = CdS + 2HCl \quad (1)$$

$$CdS + I_2 = CdI_2 + 2S_0 \quad (2)$$

$$I_2^{изб} + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6 \quad (3)$$

Оборудование и материалы

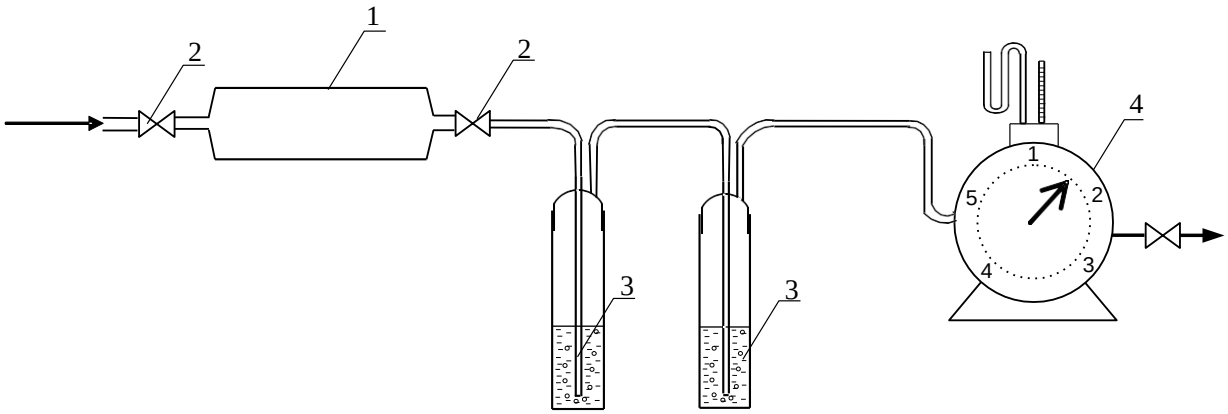
1. Поглотительные склянки Дрекселя – 2 шт.
2. Колбы конические, 250 мл.
3. Бюретки, 25 мл.
4. Пипетки, 10 мл.
5. Мерные цилиндры, 100 мл.
6. Счетчик газовый барабанный, ГСБ-400.
7. Барометр.
8. Термометр.
9. Кадмий хлористый, 5-% водный раствор.
10. Кислота соляная, 1:1.
11. Тиосульфат натрия, 0,1N раствор.
12. Крахмал, 0,5 % раствор, свежеприготовленный.
13. Йод 0,1N водный раствор.

Указания по технике безопасности См приложение 1

Задания

1. Подготовительные операции

1.1 Для проведения опыта подобрать необходимое оборудование. Схема опыта приводится на рисунке 1.



1 – контейнер с газом; 2 – вентили; 3- поглотительные склянки Дрекселя; 4- газовый счетчик.

Рисунок 1 – Схема проведения опыта

1.2 В две поглотительные склянки 3 заливают по 50 $см^3$ 5% раствора хлористого кадмия, подкисленного соляной кислотой.

1.3 Склянки соединяют последовательно встык резиновыми трубками.

1.4 Входную трубку первой склянки присоединяют к источнику испытуемого газа 1, а выходную трубку второй склянки присоединяют к газовому счетчику 4.

1.5 Отключить поглотительные склянки Дрекселя 3 (с помощью кранов) от системы.

1.6 Открыть выходной вентиль 2 на контейнере с газом 1 и продуть систему исследуемым газом для удаления воздуха.

1.7 Закрыть выходной вентиль 2 на контейнере и кран на выходе газового счетчика.

1.8 Через поглотительные склянки пропустить 50-100 л газа. Пропуск газа через поглотительные склянки сопровождается появлением желтого осадка (образованием сульфида кадмия) в первой склянке. Вторая склянка – контрольная, должна оставаться без осадка.

1.9 Пропуск газа проводить со скоростью не более 20 $дм^3$/ч, следя за тем, чтобы поглотительный раствор во второй склянке оставался прозрачным.

1.10 По окончании пропуска газа поглотительные склянки отсоединяют от пробоотборной линии и счетчика и производят замеры температуры, барометрического давления и объема пропущенного газа (по показанию счетчика).

2 ***Титрование раствора, содержащего сульфид-ион.***

2.1 Содержимое поглотительных склянок количественно переносят в коническую колбу для титрования.

2.2 В колбу с раствором пипеткой приливают 10 мл 0,1 N раствора йода, убедившись в избытке I_2 по бурой окраске раствора.

2.3 Избыток йода титруют 0,1 N раствором тиосульфата $Na_2S_2O_3$ до соломенно-желтого цвета.

2.4 Далее добавляют 1 мл 0,5% раствора крахмала, появляется синее окрашивание и продолжают титровать до обесцвечивания синей окраски.

2.5 Замеряют объем раствора тиосульфата, пошедшего на титрование рабочего раствора.

2.6 Титрование проводят трижды и берут среднее значение объема раствора тиосульфата, пошедшего на титрование.

2.7 Проводят «холостое» титрование: в коническую колбу добавляют 10 мл 0,1 N раствора йода, подкисляют 2N раствором HCl и титруют 0,1 N раствором тиосульфата $Na_2S_2O_3$ в присутствии крахмала до исчезновения синей окраски.

3 Обработка и оформление результатов эксперимента

3.1 Объемную долю сероводорода в испытуемом газе вычисляют по формуле

$$C_{H_2S} \quad (V_1 \quad V_2) \quad N \quad 11{,}88 \quad 100 \text{, \% об.}$$

V 1000

где V – объем испытуемого газа, приведенный к 20^0 С и 101325 Па, $дм^3$;

V_1 – объем точно 0,1 N раствора тиосульфата натрия, израсходованный на «холостое» титрование, $см^3$;

V_2 – объем точно 0,1 N раствора тиосульфата натрия, израсходованный на «рабочее» титрование, $см^3$;

N – нормальность раствора тиосульфата натрия;

11,88 – объем H_2S, эквивалентный 1 $см^3$ точно 0,1 N раствора тиосульфата натрия, $см^3$.

3.2 Для расчета массовой концентрации сероводорода в газе используется формула

$$Y_{H2S} \quad \frac{(V_1 \quad V_2) \quad N \quad 0{,}017 \quad 1000}{V}, \text{ г/м}^3$$

0,017 – количество H_2S, эквивалентное 1 $см^3$ точно 0,1 N раствора тиосульфата натрия, г.

Полученные результаты заносятся в таблицу.

Пример оформления таблицы.

Таблица 3 – Результаты йодометрического определения сероводорода

Объем пропущенного газа, V, $дм^3$	Объем йода, $см^3$	Объем тиосульфата натрия, $см^3$		Концентрация сероводорода	
		«холостая» проба	«рабочая» проба	$г/м^3$	% об.
25	10	10,25	2,12		
		10,22	2,15		
		10,27	2,13		
		Ср. = 10,25	Ср.= 2,133	0,55	0,039

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Содержание отчёта

В своем журнале каждый студент записывает порядок выполнения того или иного задания, в необходимых случаях по результатам выполнения задания составляет таблицу по форме, рекомендуемой к конкретному заданию. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторной работы рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы

1. В каком случае используется метод титрования для определения содержания сероводорода в газе?
2. Почему используется раствор йода при определении содержания сероводорода в газе?
3. Почему необходимо знать содержание сероводорода в газе?
4. Дать определение процентной концентрации.
5. Какой индикатор используется при йодометрическом определении сероводорода?

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.

2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.

3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.

4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.

Лабораторная работа №7 Определение содержания сероводорода в газе йодометрическим методом

Цель и содержание: Познакомить студентов с основами теории и практики методов титриметрического анализа и научить наиболее четко и полно охарактеризовать необходимые химические, физические и эксплуатационные свойства продуктов переработки углеводородного сырья.

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть

Прием титрования состоит в том, что к определенному объему раствора по каплям приливают из точно калиброванной бюретки стандартный раствор реагента, а точку эквивалентности (конечную точку титрования) устанавливают по резкому изменению окраски раствора (или индикатора). Конец титрования наступает в тот момент, когда в титруемый раствор прибавлено теоретически требующееся количество стандартного раствора.

Основным веществом, применяемым в качестве окислителя в йодометрии, является элементарный йод. Он окисляет все восстановители, в т.ч. сульфид-ион S^{-2} до серы S_o.

Йодометрические определения широко применяются в практике заводских научно-исследовательских и вузовских лабораторий, т.к. отличается высокой точностью, не требуется использования индикаторов. В основе метода лежат окислительные свойства йода, т.е. его способность восстанавливаться восстановителями, такими как тиосульфат натрия.

Для определения концентрации сероводорода в газе используется метод обратного титрования, когда раствором йода, взятого в избытке, окисляется компонент газа, а избыток йода оттитровывается стандартным раствором тиосульфата.

Йодометрический метод определения H_2S основан на поглощении H_2S из газа раствором подкисленного хлористого кадмия (или уксуснокислого) с последующим окислением сульфида кадмия йодом, избыток которого титруется стандартным раствором тиосульфата:

$$H_2S + CdCl_2 = CdS + 2HCl \quad (1)$$

$$CdS + I_2 = CdI_2 + 2S_0 \quad (2)$$

$$I_2^{изб} + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6 \quad (3)$$

Оборудование и материалы

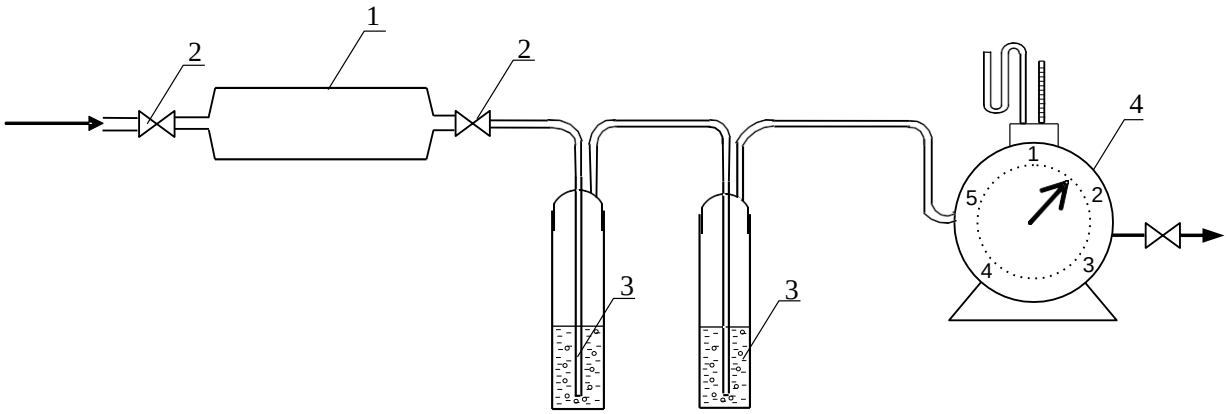
1. Поглотительные склянки Дрекселя – 2 шт.
2. Колбы конические, 250 мл.
3. Бюретки, 25 мл.
4. Пипетки, 10 мл.
5. Мерные цилиндры, 100 мл.
6. Счетчик газовый барабанный, ГСБ-400.
7. Барометр.
8. Термометр.
9. Кадмий хлористый, 5-% водный раствор.
10. Кислота соляная, 1:1.
11. Тиосульфат натрия, 0,1N раствор.
12. Крахмал, 0,5 % раствор, свежеприготовленный.
13. Йод 0,1N водный раствор.

Указания по техники безопасности См приложение 1

Задания

1. Подготовительные операции

1.1 Для проведения опыта подобрать необходимое оборудование. Схема опыта приводится на рисунке 1.



1 – контейнер с газом; 2 – вентили; 3- поглотительные склянки Дрекселя; 4- газовый счетчик.

Рисунок 1 – Схема проведения опыта

1.2 В две поглотительные склянки 3 заливают по 50 $см^3$ 5% раствора хлористого кадмия, подкисленного соляной кислотой.

1.3 Склянки соединяют последовательно встык резиновыми трубками.

1.4 Входную трубку первой склянки присоединяют к источнику испытуемого газа 1, а выходную трубку второй склянки присоединяют к газовому счетчику 4.

1.5 Отключить поглотительные склянки Дрекселя 3 (с помощью кранов) от системы.

1.6 Открыть выходной вентиль 2 на контейнере с газом 1 и продуть систему исследуемым газом для удаления воздуха.

1.7 Закрыть выходной вентиль 2 на контейнере и кран на выходе газового счетчика.

1.8 Через поглотительные склянки пропустить 50-100 л газа. Пропуск газа через поглотительные склянки сопровождается появлением желтого осадка (образованием сульфида кадмия) в первой склянке. Вторая склянка – контрольная, должна оставаться без осадка.

1.9 Пропуск газа проводить со скоростью не более 20 $дм^3$/ч, следя за тем, чтобы поглотительный раствор во второй склянке оставался прозрачным.

1.10 По окончании пропуска газа поглотительные склянки отсоединяют от пробоотборной линии и счетчика и производят замеры температуры, барометрического давления и объема пропущенного газа (по показанию счетчика).

2 Титрование раствора, содержащего сульфид-ион.

2.1 Содержимое поглотительных склянок количественно переносят в коническую колбу для титрования.

2.2 В колбу с раствором пипеткой приливают 10 мл 0,1 N раствора йода, убедившись в избытке I_2 по бурой окраске раствора.

2.3 Избыток йода титруют 0,1 N раствором тиосульфата $Na_2S_2O_3$ до соломенно-желтого цвета.

2.4 Далее добавляют 1 мл 0,5% раствора крахмала, появляется синее окрашивание и продолжают титровать до обесцвечивания синей окраски.

2.5 Замеряют объем раствора тиосульфата, пошедшего на титрование рабочего раствора.

2.6 Титрование проводят трижды и берут среднее значение объема раствора тиосульфата, пошедшего на титрование.

2.7 Проводят «холостое» титрование: в коническую колбу добавляют 10 мл 0,1 N раствора йода, подкисляют 2N раствором HCl и титруют 0,1 N раствором тиосульфата $Na_2S_2O_3$ в присутствии крахмала до исчезновения синей окраски.

3 Обработка и оформление результатов эксперимента

3.1 Объемную долю сероводорода в испытуемом газе вычисляют по формуле

$$C_{H_2S} \quad \frac{(V_1 \quad V_2) \quad N \quad 11{,}88 \quad 100}{V \quad 1000}, \text{ \% об.}$$

где V – объем испытуемого газа, приведенный к 20 ^{0} С и 101325 Па, $дм^3$;

V_1– объем точно 0,1N раствора тиосульфата натрия, израсходованный на «холостое» титрование, $см^3$;

V_2– объем точно 0,1N раствора тиосульфата натрия, израсходованный на «рабочее» титрование, $см^3$;

N – нормальность раствора тиосульфата натрия;

11,88 – объем H_2S, эквивалентный 1 $см^3$ точно 1 N раствора тиосульфата натрия, $см^3$.

3.2 Для расчета массовой концентрации сероводорода в газе используется формула

$$Y_{H2S} \quad \frac{(V_1 \quad V_2) \quad N \quad 0{,}017 \quad 1000}{V}, \text{ г/м}^3$$

0,017 – количество H_2S, эквивалентное 1 $см^3$ точно 1 N раствора тиосульфата натрия, г.

Полученные результаты заносятся в таблицу.

Пример оформления таблицы.

Таблица 3 – Результаты титриметрического определения сероводорода

Объем пропущенного газа, V, $дм^3$	Объем йода, $см^3$	Объем тиосульфата натрия, $см^3$		Концентрация сероводорода	
		«холостая» проба	«рабочая» проба	$г/м^3$	% об.
25	10	10,25	2,12		
		10,22	2,15		
		10,27	2,13		
		Ср. = 10,25	Ср.= 2,133	0,55	0,039

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. В каком случае используется метод титрования для определения содержания сероводорода в газе?
2. Что такое «холостой» опыт?
3. Как определяется конечная точка титрования?

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

Лабораторная работа № 8 Определение давления в ректификационной колонне

Цель и содержание: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями определения коррозионных свойств веществ.

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть.

Ректификационная колонна – аппарат, предназначенный для разделения жидких смесей, составляющие которых имеют различную температуру кипения. Классическая колонна представляет собой вертикальный цилиндр с контактными устройствами внутри. Применяемые в нефте– и газопереработке ректификационные колонны подразделяются на простые и сложные колонны. Простые колонны обеспечивают разделение исходной смеси на два продукта: ректификат (дистиллят) – выводимый с верха колонны в парообразном состоянии, и остаток – нижний жидкий продукт ректификации. Сложные ректификационные колонны разделяют исходную смесь более чем на два продукта. Давление наверху колонны несколько выше атмосферного, поскольку это необходимо для преодоления гидравлических сопротивлений при прохождении паров бензина через конденсатор – холодильник.

Оборудование и материалы

1. Справочная литература

Указания по технике безопасности См приложение 1

Задания

Абсолютное давление в верху колонны $P_в$ = 133,3кПа. В колонне установлены клапанные тарелки. Гидравлическое сопротивление тарелки составляет ΔP= 0,7 кПа. Определить давление в секциях сложной атмосферной колонны.

Решение.

На основании литературных данных принимается следующее число тарелок в концентрационной части колонны: в секции 7 бензина, в секции керосина 8 и в секции дизельного топлива 14 тарелок.

С учетом перепада давления на тарелка, абсолютное давление по высоте колонны определяется по формуле:

$P_i = P_{i-1} + n \times \Delta P$,

где n - количество тарелок в секции;

P_{i-1} - давление на верху колонны, кПа;

P_i- давление в соответствующей секции колонны, кПа.

Результаты расчета давления в колонне приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Абсолютное давление в различных секциях колонны

Под тарелкой №	38	31	22	5	1
P_i , кПа	133,3	138,2	144,5	156,4	159,2

Абсолютное давление в верху колонны $P_в$, кПа. В колонне установлены тарелки, гидравлическое сопротивление которых составляет ΔP кПа. Определить давление в секциях сложной атмосферной колонны.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 7.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_{i-1} кПа	126	126	127	128	129	130	131	132	133	134
Δ P, кПа	0,5	0,55	0,58	0,6	0,65	0,66	0,69	0,7	0,71	0,72

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Назначение ректификационных колонн в нефте- и газопереработке.
2. Дать определение простой и сложной ректификационной колонны.
3. Почему давление наверху колонны выше атмосферного.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Лабораторная работа № 9 Определение параметров насоса

Цель и содержание: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета теплообменной аппаратуры.

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.. (ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья (ПК-2

Теоретическая часть

Насосы – аппараты для перемещения жидкостей. Различают: поршневые, центробежные, осевые, ротационные, струйные и др.

Основные параметры насосов:

- производительность;
- напор;
- мощность.

Q – производительность определяется объемом жидкости, подаваемой насосом в ед. времени, $м^3/с$, $м^3/мин$, л/ч, $м^3/ч$.

H – напор характеризует собой избыточную энергию (e=g*H), сообщаемую 1 кг жидкости в насосе, определяется по уравнению Бернулли.

$H_г=H_{вс}+H_{наг}$.

Потери напора складываются из потерь $h_{пот} = h_{вс} + h_{наг}$

В общем случае напор затрачивается на подъем жидкости на высоту Нг, преодоление сопротивлений в трубопроводах ($h_{пот}$) и разности давлений в напорном и нижнем резервуарах.

Полезная мощность, передаваемая жидкости, равна энергии, сообщаемой 1 кг жидкости (e=g*H), умноженной на массовый расход жидкости (Q*ρ).

ρ – плотность жидкости**,** $кг/м^3$

g – ускорение силы тяжести, $м/с^2$

Q – объемная производительность насоса, $м^3/с$.

$N_п=Q*ρ*g*H$, вт

Мощность, потребляемая насосом, больше полезной на величину потерь. Отношение полезной мощности к потребляемой – полный КПД насоса.

$η= N_п|N$ отсюда

Потребляемая мощность $N= N_п/ η= Q*ρ*g*H/η$, вт

$N= N_п/ η= Q*ρ*g*H/η/1000$, квт

КПД – характеризует экономичность работы насоса.

Для поршневых – 0,7-0,9 ; для ц/б – 0,6-0,8; для более совершенных, крупных – 0,93-0,95.

Выбирают насос по Q и H, пользуясь каталогом.

$N_п=G_н* H/427/860/ η$, кВт

$G_н$ – производительность насоса, кг/ч.

Оборудование и материалы

1. Справочная литература

Указания по техники безопасности См приложение 1

Задания

Определить параметры насоса для перекачки газового конденсата при следующих данных:

- количество газового конденсата – 50000 кг/ч;
- плотность газового конденсата $_0$ 0,650;
- разность давлений всаса и нагнетания – 1,6 МПа.

Производительность насоса определяется по формуле:

$$V_{н} = \frac{G_c}{\rho_c},$$

где G_c – количество перекачиваемой жидкости, кг/ч;

ρ_c – плотность сырья при температуре перекачки, кг/м^3.

Производительность насоса:

$$V_{н} = \frac{50000}{650} = 77 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор насоса определяется по формуле:

$$H_{н} = \frac{p}{g_{\rho_c}},$$

где Δp – разность давлений всаса и нагнетания, Па;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

Предполагается, что насос и аппараты находятся на одной высоте, тогда давлением столба жидкости можно пренебречь. Сопротивлением в трубопроводах и в аппаратах пренебрегаем.

Напор насоса:

$$H_{н} = \frac{1{,}6 \cdot 10^6}{9{,}81 \cdot 650} = 251 \text{ м}$$

Мощность, потребляемая насосом:

$$N = \frac{p \cdot V_{н}}{3600} = \frac{1{,}6 \cdot 10^6 \cdot 77}{3600 \cdot 1000} = 34 \text{ кВт}$$

Мощность электропривода насоса определяется по формуле:

$$N_n = k \cdot N,$$

где k – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса принимается равным k = 1,2.

Мощность электропривода насоса:

$$Nn = 1{,}2 \cdot 34 = 41 \text{ кВт}$$

Определить параметры насоса для перекачки керосина при следующих данных:

- количество керосина – G_c, кг/ч;
- плотность керосина $_{c}$; кг/м^3;
- разность давлений всаса и нагнетания – ΔР, МПа.
- Т

аблица 1 – Исходные данные к задаче 82

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_c тыс.кг/ч	300	320	350	380	390	410	450	475	510	520
Δ Р, МПа	1,5	1,3	1,2	1,35	1,58	1,6	1,63	1,65	1,67	1,72
$_{c}$;	720	721	722	723	724	725	726	727	728	730

Содержание отчёта

В своем рабочем журнале каждый студент записывает порядок выполнения лабораторное работы. Результаты лабораторной работы анализируются студентом самостоятельно, делаются выводы, которые также отражаются в рабочем журнале. По окончании лабораторных работ рабочий журнал представляется для проверки преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Назначение насосов.
2. Виды насосов.
3. Основные параметры насоса.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.

2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.

3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.

4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.

5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.

6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Список литературы

Перечень основной литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.

2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.

3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.

4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.

5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.

6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Приложение 1

1) Нефть является природным жидким токсичным продуктом. Контакт с нефтью и нефтепродуктами вызывает сухость кожи, пигментацию или стойкую эритему, приводит к образованию угрей, бородавок на открытых частях тела.

Острые отравления парами нефти и нефтепродуктами вызывают повышение возбудимости центральной нервной системы, снижение кровяного давления и обоняния.

Проводить испытания с нефтью и нефтепродуктами необходимо

Только в вытяжном шкафу под тягой.

При работе с нефтью и нефтепродуктами необходимо применять индивидуальные средства защиты.

Лабораторную работу студенты проводят в количестве 2 человек.

Студентам при выполнении лабораторной работы рекомендуется быть в рабочих халатах. Во время проведения лабораторных работ на рабочем месте необходимо соблюдать чистоту и порядок. Беспорядок и небрежность часто мешают качественному выполнению работы и могут при вести к несчастным случаям.

При работе следует бережно и аккуратно обращаться с посудой, приборами и оборудованием, а также с нефтью и получаемыми при разгонке фракциями.

К лабораторной работе студент допускается, предварительно ознакомившись *s* ее содержанием и законспектировав ее в рабочую тетрадь.

Методика и порядок выполнения работы выполняется строго по гост или по методике выполнения работы.

При возникновении пожара необходимо:

- Немедленно выключить по всей лаборатории все электроприборы;
- Убрать все горючие вещества подальше от огня;
- Засыпать песком или накрыть асбестовым одеялом очаг пожара;
- Большое пламя тушить углекислотным огнетушителем;
- Загоревшуюся одежду накрыть кошмой или асбестовым одеялом;
- О пожаре сообщить дежурному пожарной охраны по телефону.

2) Определение давления насыщенных паров нужно проводить с соблюдением мер предосторожности:

1. Не разливать нефтепродукты на рабочие поверхности;
2. Не проводить выполнение работы поблизости открытых источников огня;
3. Применять защитные перчатки для рук;
4. По окончании работы все переработанные нефтепродукты слить в особые ёмкости;
5. Работа должна производиться в присутствии преподавателя или лаборанта.

3) Работа с приборами

1. Работать с приборами и реактивами только в присутствии преподавателя или лаборанта.
2. Проводить испытания с нефтью и нефтепродуктами необходимо только в вытяжном шкафу под тягой.
3. При работе с нефтью и нефтепродуктами необходимо применять индивидуальные средства защиты: халат, перчатки, защитные очки.
4. К лабораторной работе студент допускается, предварительно ознакомившись с ее содержанием и законспектировав ход работы в рабочую тетрадь.
5. Методика и порядок выполнения работы выполняется строго по ГОСТ.
6. При возникновении пожара необходимо:

- сообщить о пожаре дежурному пожарной охраны по телефону;
- немедленно выключить во всей лаборатории все электроприборы;
- убрать все горючие вещества подальше от огня;
- засыпать песком или накрыть асбестовым одеялом очаг пожара;
- большое пламя тушить углекислотным огнетушителем или асбестовым одеялом.

4) Работа на установке

1. Работу на установке разрешается выполнять только в присутствии преподавателя или лаборанта.
2. Запрещается начинать работу без халата.
3. Ацетон, жидкие нефтепродукты- воспламеняемы, опасны для здоровья.

4. При проведении анализа следует по возможности избегать воздействия ультрафиолетовых лучей, особенно на глаза, и прикосновения к колонке при маркировке хроматографических зон.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Направление подготовки/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль)/специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа»
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026
Реализуется	7-8 семестрах

Разработано
Доцент кафедры ТПНиПЭ
Пикалов С.Г.

Ставрополь, 2026г.

Содержание

Введение.....5
Практическое занятие № 1 Расчет тепловой нагрузки холодильника.....6
Практическое занятие № 2 Расчет рекуперативного теплообменника на установках НТС.....8
Практическое занятие № 3 Расчет центробежного насоса.....12
Практическое занятие №4 Расчет диаметра сепаратора.....15
Практическое занятие №5 Расчет пропускной способности вертикального гравитационного сепаратора.....17
Практическое занятие № 6 Расчет количества влаги в газе.....19
Практическое занятие № 7 Расчет количества ингибитора для предотвращения гидратообразования в газе.....21
Практическое занятие № 8 Расчет количества абсорбента для осушки газа.....26
Практическое занятие № 9 Расчет физической абсорбции сероводорода.....29
Список рекомендуемой литературы.....32

Введение

Целью изучения дисциплины «Технология глубокой переработки нефти» является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Основные задачи изучения дисциплины: заложить основу знаний по теории и практике применения вторичных термических и каталитических процессов переработки нефти и газа; дать представления о химизме, механизме, термодинамике и кинетике этих процессов, научить обосновывать параметры технологического режима; сформировать научный подход к подбору катализаторов и конструкций реакторов; ознакомить с технологическими схемами и аппаратурным оформлением вторичных процессов переработки нефтяных фракций, основами расчета реакторов.

Задачи изучения дисциплины состоят также в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим бакалаврам для принятия технически и экономически обоснованных решений при: планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов и модернизации существующих установок переработки нефти и газа; проектировании новых технологических схем, выборе параметров технологического режима, расчете и выборе оборудования; анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов; анализе научно-технической литературы и проведении патентного поиска.

Дисциплина Б1.В.08.16 «Технология глубокой переработки нефти» относится к дисциплинам направленности (профиля) «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа». Ее освоение происходит в 7, 8 семестрах.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья..
ПК-2	Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья

Практическое занятие № 1 Расчет тепловой нагрузки холодильника

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета теплообменной аппаратуры.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

- Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)
- Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а также развить умение рассчитывать теплообменную аппаратуру.

Теоретическая часть

Технологические процессы нефтяной, нефтехимической и газовой отраслей промышленности связаны с нагревом или охлаждением. Установки нефтеперерабатывающих заводов, установки осушки газа, сероочистки, низкотемпературной сепарации (НТС) в своем составе имеют теплообменное оборудование.

Теплообменным называется аппарат, в котором происходит обмен теплом между двумя теплоносителями. По технологическому признаку различают следующие теплообменные аппараты: теплообменник, холодильник жидкостной, холодильник газовый, конденсатор, испаритель, подогреватель, кипятильник. Их стоимость составляет в среднем 15% от общей стоимости оборудования технологических установок.

Целью расчета теплообменных аппаратов является определение поверхности нагрева и числа стандартных аппаратов. В проектном расчете теплообменных аппаратов исходными данными являются начальные температуры обоих теплоносителей, одна из конечных температур и количества теплоносителей, определяют вторую конечную температуру, количество передаваемого тепла и поверхность теплообмена.

Вопросы и задания

1. Виды теплообменного оборудования.
2. Как определяется тепловая нагрузка теплообменного аппарата.
3. Рассчитать тепловую нагрузку теплообменника для охлаждения газа при следующих условиях:

Исходные данные:

1. Расход газа $Q_г$ = 270 млн.м^3/год;
4. Температура сырого газа T_1=35^{o}C;
5. Температура охлажденного газа$T_{2.}$= 6,5^{o}C.

Решение:

1. Тепловая нагрузка теплообменника рассчитывается по уравнению (1)

$Q_{то}$ $Q_{г}$ C_p T_1 T_2 (1)

где C_p – удельная теплоемкость газа, $\frac{кдж}{м^3 \ град.}$;

Qг – расход газа, м^3/ч.

По справочным данным C_p=2,09 $\frac{кдж}{м^3 \ град.}$

Подставляем найденные величины в уравнение (1)

Qто 30822 2,09 (35 6,5) 1835912,4 кДж/ч

Задача 2.1. Определить тепловую нагрузку теплообменника при расходе газа $Q_Г$, температурах на входе T_1 и на выходе газа T_2.

Таблица 2.1 Исходные данные к задаче 2.1

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура T_1, °С	25	27	28	17	18	19	21	31	29	40
Температура T_2, °С	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
Расход газа, Qг тыс.м^3/ч	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95

Список литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Практическое занятие № 2 Расчет рекуперативного теплообменника на установках НТС

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета технологии осушки газа.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

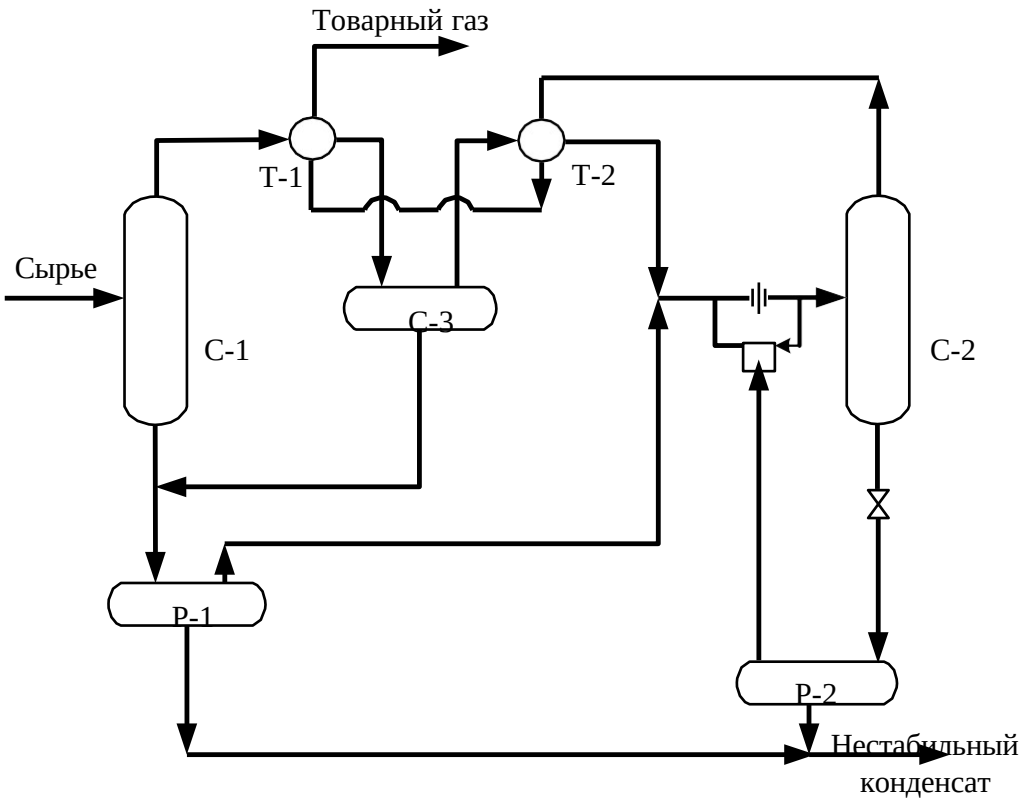
Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а также развить умение выполнять технологические расчеты.

Теоретическая часть.

Технологические процессы нефтяной, нефтехимической и газовой отраслей промышленности связаны с нагревом или охлаждением. Установки НТС предназначены для выделения конденсата и влаги из газа в промысловых условиях путем их конденсации при охлаждении газа. Получение холода на установках НТС обеспечивается дросселированием газа. При низкотемпературной сепарации газа могут образовываться гидраты за счет сконденсированной влаги. Для предупреждения гидратообразования в поток газа перед дросселированием вводят ингибитор гидратообразования – метанол, гликоли.

Принципиальная схема установки НТС приведена на рисунке 1. Установка работает по следующему принципу. При наличии избыточного давления снижение температуры достигается за счет изоэнтальпийного расширения газа. Энергия газа сепарации (отбензиненного газа) рекуперируется с использованием теплообменников Т-1 и Т-2.

Эффективность работы установок НТС зависит от состава газа, давления, температуры.



Р-1, Р-2 – трехфазные разделители; Т-1, Т-2 – рекуперативные теплообменники;

С-1, С-2,– сепараторы; С-3 – низкотемпературный сепаратор.

Рисунок 1 – Принципиальная схема установки НТС

Целью расчета теплообменных аппаратов является определение поверхности нагрева и числа стандартных аппаратов. При курсовом проектировании выполняется поверочный (оценочный) расчет, когда размеры аппарата подлежат определению.

В технологических схемах установок НТС предусматривается регенерация (рекуперация) холода обратных потоков.

На рисунке 2 приводится расчетная схема процесса охлаждения газа. В качестве холодного теплоносителя используется обратный поток отсепарированного газа.

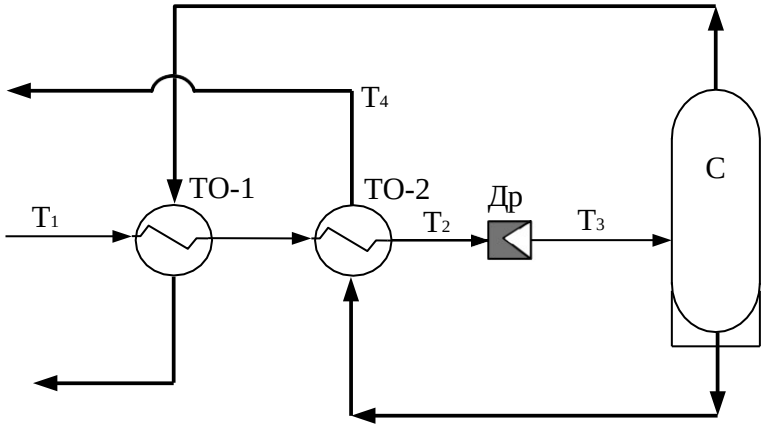


Рисунок 2 – Расчетная схема

Охлаждение газа происходит следующим образом. Добытый из скважины газ с температурой T_1 поступает в теплообменник т/о, в котором охлаждается от температуры Т-1 до температуры T_2 холодным потоком осушенного газа из сепаратора С. Из теплообменника частично охлажденный газ поступает на дроссельное устройство Др, где происходит расширение газа за счет снижения давления. Расширение газа сопровождается снижением температуры до T_3 (температура сепарации) и конденсацией тяжелых углеводородов и паров воды. В сепараторе

углеводородный конденсат отделяется от осушенного газа, который направляется в теплообменник т/о в качестве холодного теплоносителя.

Вопросы и задания

При защите выполненной работы студент должен представить отчет, ответить на вопросы преподавателя.

1 Как определяется средний температурный напор теплообменного аппарата?

2 Тепловая нагрузка теплообменного аппарата.

3 Факторы, влияющие на коэффициент теплопередачи.

4 Как влияют на коэффициент теплопередачи отложения загрязнений на стенках аппарата?

5 Рассчитать поверхность теплообмена теплообменника для охлаждения газа на установке НТС при следующих условиях:

1. расход газа $Q_г$ = 270 млн.м^3/год;

2 давление газа P = 10 МПа;

3 давление в транспортном газопроводе $P_{тр}$= 5 МПа;

4 температура газа T_1=35^{o}C;

5 температура точки росы осушенного газа $T_{т.р.}$= -10^{o}C.

2 Алгоритм расчета

2.1 Определяется перепад давления на дросселе Др.

$\Delta P=P_1 - P_c$ (1)

где P_c – давление сепарации, МПа;

ΔP – перепад давления на дросселе, МПа.

Давление сепарации не должно быть меньше давления в транспортном газопроводе. Для дальнейших расчетов принимаем давление сепарации равным давлению в транспортном газопроводе.

$P_c = P_{тр}$

После подстановки найденных величин в уравнение (1) получим:

ΔP=10-5=5 МПа

2.2 При дросселировании газа высокого давления до давления сепарации происходит понижение температуры.

Снижение температуры происходит в среднем на 3,3^{o}C при снижении давления на каждые 0,1 МПа (эффект Джоуля-Томпсона).

$\Delta T =$ P, (2)

где - коэффициент Джоуля-Томпсона, ^{o}C/МПа;

ΔP – перепад давления на дросселе, МПа.

ΔT= 3,3 5 16,5^{o}C

2.3 Зная перепад давления на дросселе, определяется из уравнения (3) температура газа после теплообменника T_2.

$\Delta T = T_2 – T_3$ (3)

где T_3 – температура сепарации, ^{o}C.

$T_3 = T_{т.р.}$

$T_2 = \Delta T + T_3$ (4)

T_2 = 16,5 + (-10) = 6,5 ^{o}C

2.4 Тепловая нагрузка теплообменника рассчитывается по уравнению (5)

$Q_{то}$ $Q_г$ C_p T_1 T_2 (5)

где C_p – удельная теплоемкость газа, $\frac{кдж}{м^3 \ град.}$;

$Q_г$ - расход газа, м^3/ч.

По справочным данным C_p=2,09 $\frac{кдж}{м^3 \ град.}$

Подставляем найденные величины в уравнение (5)

$Q_{то}$ 30822 2,09 (35 6,5) 1835912,4 кДж/ч

2.5 Средняя разность температур определяется по формуле Грасгофа (6)

$$T_{ср} = \frac{T_б - T_м}{\ln \frac{T_б}{T_м}} \qquad (6)$$

где $T_б$ и $T_м$ - большая и меньшая разность температур на концах теплообменника, °С.

T_1 T_2

T_4 T_3

$T_б$ $T_м$

Эффективная работа рекуперативного теплообменника обеспечивается при разнице температур на концах не менее 10°С. Тогда T_4=35-10=25°С.

$T_б$ =6,5+10=16,5

$T_м$ =35-25=10

$T_{ср}$ 16,5 10 13 °С

16.5

$$\ln \frac{}{10}$$

2.6 Поверхность теплообмена рассчитывается по уравнению (7)

$$F \quad \frac{Q_{то}}{K \quad T_{ср}}, \ м^2$$

где К – коэффициент теплопередачи, $\frac{кдж}{м^2 \quad K}$

По справочным данным для теплообменников «газ-газ» К=586 кдж/м^{2}К

$$F \quad \frac{1835912,4}{586 \ 13} \quad 337 \ м^2$$

Найденная поверхность теплообмена является минимальной, т.к. в расчетах не учитывались загрязнения стенок.

2.7 На основании результатов расчетов выбирается кожухотрубчатый теплообменник типа ТП с поверхностью теплообмена 130 м^2. Наружный диаметр корпуса 720 мм, давление 1,6 МПа

Необходимое количество аппаратов

$$n \quad \frac{F_{то}}{F_{тп}} \quad \frac{337}{130} \quad 2,6$$

Из расчета следует, что для заданных условий следует последовательно установить три аппарата.

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
2. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
3. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
4. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
5. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
6. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

Практическое занятие № 3 Расчет центробежного насоса

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета теплообменной аппаратуры.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: лабораторная работа позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а так же развить умение выполнить расчет и подобрать необходимое оборудование.

Теоретическая часть

Насосы – аппараты для перемещения жидкостей. Различают: поршневые, центробежные, осевые, ротационные, струйные и др.

Основные параметры насосов:

- производительность;
- напор;
- мощность.

Q – производительность определяется объемом жидкости, подаваемой насосом в ед. времени, $м^3/с$, $м^3/мин$, л/ч, $м^3/ч$.

H – напор характеризует собой избыточную энергию (e=g*H), сообщаемую 1 кг жидкости, определяется по уравнению Бернулли.

$H_г=H_{вс}+H_{наг}$.

Потери напора складываются из потерь $h_{пот} = h_{вс} + h_{наг}$

В общем случае напор затрачивается на подъем жидкости на высоту $H_г$, преодоление сопротивлений в трубопроводах ($h_{пот}$) и разности давлений в напорном и нижнем резервуарах.

Полезная мощность, передаваемая жидкости, равна энергии, сообщаемой 1 кг жидкости (e=g*H), умноженной на массовый расход жидкости (Q*ρ).

ρ – плотность жидкости**,** $кг/м^3$

g – ускорение силы тяжести, $м/с^2$

Q – объемная производительность насоса, $м^3/с$.

$N_п=Q*ρ*g*H$, вт

Мощность, потребляемая насосом, больше полезной на величину потерь. Отношение полезной мощности к потребляемой – полный КПД насоса.

$η= N_п|N$ отсюда

Потребляемая мощность $N= N_п/ η= Q*ρ*g*H/η$, вт

$N= N_п/ η= Q*ρ*g*H/η/1000$, квт

КПД – характеризует экономичность работы насоса.

Для поршневых – 0,7-0,9 ; для ц/б – 0,6-0,8; для более совершенных, крупных – 0,93-0,95.

Выбирают насос по Q и H, пользуясь каталогом.

$N_п=G_н$* H/427/860/ η, кВт

$G_н$ – производительность насоса, кг/ч.

Вопросы и задания

1. Назначение насосов.
2. Виды насосов.
3. Основные параметры насоса.
4. Определить параметры насоса для перекачки газового конденсата при следующих данных:

- количество газового конденсата – 50000 кг/ч;
- плотность газового конденсата $_0$ 0,650;
- разность давлений всаса и нагнетания – 1,6 МПа.

Производительность насоса определяется по формуле:

$$V_н = \frac{G_c}{\rho_c},$$

где G_c – количество перекачиваемой жидкости, кг/ч;

ρ_c – плотность сырья при температуре перекачки, кг/м^3.

Производительность насоса:

$$V_н = \frac{50000}{650} \quad 77 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор насоса определяется по формуле:

$$H_н = \frac{p}{g_c},$$

где Δp – разность давлений всаса и нагнетания, Па;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

Предполагается, что насос и аппараты находятся на одной высоте, тогда давлением столба жидкости можно пренебречь. Сопротивлением в трубопроводах и в аппаратах пренебрегаем.

Напор насоса:

$$H_н = \frac{1{,}6 \quad 10^6}{9{,}81 \quad 650} \quad 251 \text{ м}$$

Мощность, потребляемая насосом:

$$N = \frac{p \quad V_н}{3600} \quad \frac{1{,}6 \quad 10^6 \quad 77}{3600 \quad 1000} \quad 34 \text{ кВт}$$

Мощность электропривода насоса определяется по формуле:

$$N_n = k \quad N,$$

где k – коэффициент запаса.

Коэффициент запаса принимается равным k = 1,2.

Мощность электропривода насоса:

$$Nn \quad 1{,}2 \quad 34 \quad 41 \text{ кВт}$$

5. Определить параметры насоса для перекачки керосина при следующих данных:

- количество керосина – G_c, кг/ч;
- плотность керосина $_c$; кг/м^3;
- разность давлений всаса и нагнетания – ΔP, МПа.
- Т

аблица 1 – Исходные данные к задаче 7.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_c тыс.кг/ч	300	320	350	380	390	410	450	475	510	520
Δ P, МПа	1,5	1,3	1,2	1,35	1,58	1,6	1,63	1,65	1,67	1,72

$_c$;	720	721	722	723	724	725	726	727	728	730

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Практическое занятие №4 Расчет диаметра сепаратора

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета теплообменной аппаратуры.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

- Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)
- Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)
-)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а так же развить умение рассчитывать теплообменную аппаратуру.

Теоретическая часть

Природный газ в своем составе содержит механические примеси, влагу, жидкие углеводороды. Предварительно эти примеси необходимо из газа удалить, т.к. они способствуют быстрому износу технологического оборудования, вызывают коррозию, нарушают технологию эксплуатации оборудования. Из газа должна быть удалена не только жидкая фаза (капельная влага), но и парообразная влага, т.к. при низких температурах может образовываться твердая фаза в виде гидратов, которые забивают аппаратуру.

Первая ступень очистки добытого газа - на промыслах, технология очистки достаточно проста: газ со скважины поступает в сепаратор, где от него отделяются механические примеси и капельная влага. Конструкции сепарационных устройств чаще всего объединяют в себе и гравитационные, и насадочные, и центробежные, и фильтрующие принципы. Эффективность сепаратора оценивается уносом жидкости. Общим требованием к концевым сепараторам является унос примесей не более 20 мг/м^3, по последним требованиям - 10 мг/м^3.

Вопросы и задания

1. Назначение сепараторов на установках переработки газа.
2. Виды сепараторов.
3. Влияние давления газа на диаметр сепаратора.
4. Определить диаметр сепаратора при следующих данных:

- расход газа $Q_г$ = 100 тыс.м^3/ч;
- скорость газа в свободном сечении сепаратора $W_г$ = 0,35 м/с;
- давление газа P = 8 МПа;
- температура газа T = 27^{o}C.

Решение.

Диаметр сепаратора определяется по формуле:

$$D=\sqrt{Q_г*P_o*T/(0,785*P*T_o*W_г)} \quad (1)$$

где $Q_г$ – секундный расход газа, м^3/с;

D – диаметр сепаратора, м;

T_o, T – нормальная температура и температура газа, К.

Подставив данные в формулу (1), получим:

$D=\sqrt{100000*0,1*300/(3600*8*273*0,35)} = 1,09$ м

5. Определить диаметр сепаратора при следующих данных:

- расход газа $Q_г$;
- скорость газа в свободном сечении сепаратора $W_г$;
- давление газа Р;
- температура газа Т.

Таблица 3.1 Исходные данные к задаче 3.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Давление Р, МПа	3	5	7	9	11	13	15	17	19	20
Температура Т, ^oC	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Расход газа,$Q_г$ тыс.$м^3$/ч	30	50	70	90	110	130	150	170	190	200
Скорость газа, $W_г$, м/с,	0,3	0,5	0,32	0,33	0,4	0,43	0,45	0,46	0,47	0,5

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Практическое занятие №5 Расчет пропускной способности вертикального гравитационного сепаратора

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета компрессоров.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а так же развить умение рассчитывать компрессор.

Теоретическая часть

Расчет данного вида аппарата ведется для газовой и жидкой фаз.

Для газовой фазы рассчитывается пропускная способность сепаратора $V_г$ при, известных диаметре сепаратора D_c, термобарических условиях в нем (p_c T_c) и свойствах фаз ($\rho_н$, $\rho_г$, $\mu_н$, $\mu_г$).

Исходя из осаждения в газовом потоке жидких и твердых частиц в поле силы тяжести, максимальная пропускная способность по газу, м^3/сут.

$$V = 842\frac{D^2 p d_ж^2 (\rho_н - \rho_г)}{T \mu_г z}, \qquad (1)$$

где $V_{г.max}$ – максимальная пропускная способность сепаратора по газу, расход которого приведен к нормальным условиям, м^3/сут; D_c – внутренний диаметр сепаратора, м; $d_ж$ –диаметр капли жидкости, м ($d_ж = 1 \bullet 10^{-4}$ м); p_c – давление в сепараторе, Па; T_c – температура в
сепараторе, К.

Исходя из условий всплытия пузырьков газа движущейся в сепараторе нефти, максимальная пропускная способность сепаратора по жидкости, м^3/сут.

$$Q_{ж.max} = 36964 D^2 \frac{d_г^2 (\rho_н - \rho_г)}{c \mu_н}, \qquad (2)$$

где $d_г$ – диаметр пузырька газа, м (можно принять $d_г$ $1 \cdot 10^{-3}$ м); $\mu_н$ – вязкость нефти Па·с.

Газовый фактор рассчитывается по формуле:

$$Г = \frac{V_{г.max}}{Q_{ж.max}}, \qquad (3)$$

Вопросы и задания

1. Коэффициенты, характеризующие совершенство сепаратора.
2. Основные категории сепараторов.
3. По каким параметрам рассчитываются сепараторы?
4. Рассчитать пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора диаметром D_c=1,2 м. Жидкая фаза – нефть плотностью $\rho_н$ = 852 кг/м^3 (при давлении в сепараторе p_c = 1,6 МПа, температуреТс = 293 К) и вязкостью при этих условияхμ$_н$ = 6 мПа·с. Плотность газа

в нормальных условиях $\rho_{го}$ = 1,35 кг/м^3. Вязкость газа в условиях сепаратора $\mu_г$ = 1,3·10^{-5}Па·с. Коэффициент z принять равным 1.

Решение:

Предварительно вычисляем плотность газа при условиях в сепараторе

$$\rho_г = \rho_{го}\frac{p_c T_0}{p_0 T_c z} = \frac{1{,}35 \cdot 1{,}6 \cdot 273}{0{,}1 \cdot 293 \cdot 1} = 20{,}12 \text{ кг/м}^3$$

По формуле (1) рассчитываем максимальную пропускную способность сепаратора по газу

$$V_{г.max} = \frac{842 \cdot 1{,}2^2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^6 (1 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (852 - 20{,}12)}{293 \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = 4{,}23 \cdot 10^6 \text{м}^3/\text{сут}.$$

Пропускная способность по жидкости

$$Q_{ж.max} = \frac{36964 \cdot 1{,}2^2 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^3 \cdot (852 - 20{,}12)}{6 \cdot 10^{-3}} = 7380 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Таким образом, при заданных условиях в данном сепараторе будет эффективно сепарироваться нефть с содержанием в ней до

$$\Gamma_{10^6} = 4{,}23 \cdot \frac{10^6}{7380} = 573 \text{м}^3/\text{м}^3 \text{ газа}.$$

5. Рассчитать пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора (расчетные данные смотри в таблице 1) диаметром D_c. Жидкая фаза – нефть плотностью $\rho_н$ (при давлении в сепараторе p_c, температуре

Тс = 297 К) и вязкостью при этих условиях$\mu_н$ = 5,5 мПа·с. Плотность газа в нормальных условиях $\rho_{го}$ = 1,25 кг/м^3. Вязкость газа в условиях сепаратора $\mu_г$ = 1,35·10^{-5}Па·с. Коэффициент z принять равным 0,93.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 2.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр D_c, м	1,6	1,2	1,8	2,0	1,4	1,6	1,8	1,2	2,0	2,4
Плотность нефти $\rho_н$,кг/м^3	850	860	852	865	840	820	870	850	860	840
Давление в сепараторе, МПа	1,6	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Практическое занятие № 6 Расчет количества влаги в газе

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета технологии осушки газа.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а также развить умение выполнять технологические расчеты.

Теоретическая часть

Добываемый газ в своем составе всегда содержит паровую влагу. Вредное действие оказывает не паровая влага, а жидкая фаза, которая выделяется из газа при его сжатии или охлаждении. Выпадающий водяной конденсат вызывает коррозию оборудования и процессы гидратообразования. Образование гидратов приводит к забивке арматуры, фасонных частей и к уменьшению сечения газопроводов. По этой причине газ перед подачей в магистральный газопровод подвергают осушке. При расчете необходимо знать какое количество влаги содержится в поступающем на осушку газе.

Вопросы и задания

1. Влагосодержание газа.
2. Какие факторы влияют на влагосодержание газа.
3. Определить количество влаги в газе при следующих данных:

- количество сырого газа $Q_г$ =12 млн. м^3 сут.;
- давление в аппарате Р=1,47 МПа;
- температура контакта влажного газа t_c=11 ^{o}С.

Влагосодержание газа, поступающего на осушку в абсорбер, определяется по графику (рис. 4.1), в зависимости от температуры и давления в системе осушки.

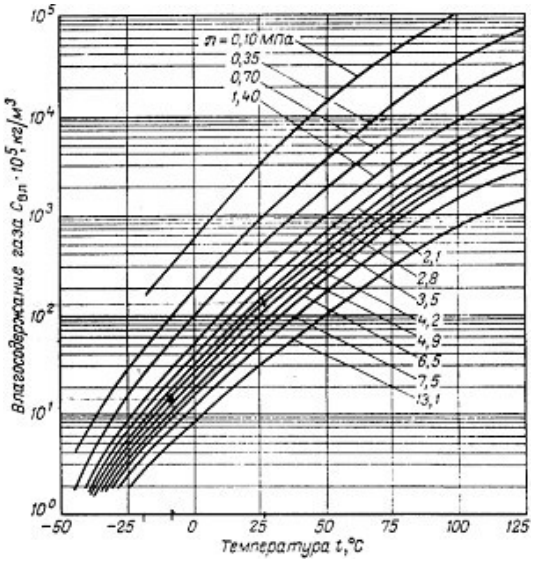


Рисунок 4.1 - Влагосодержание углеводородных газов

Влагосодержание углеводородного газа ($C_н$) при температуре $t_с$=11^{0}С и давлении Р = 1,47 МПа составляет:

$C_н$=70 10^{-5} кг м^3;

Количество влаги в газе рассчитывается по формуле:

$G_{вл.п} = C_н * Q_г$, (1)

где $G_{вл.п}$ – количество влаги в газе, кг/ч;

$Q_г$ – объемное количество газового сырья, м^3/ч.

$G_{вл.п}$= $70 \cdot 10^{-5} \cdot 500000$=350 кг/ч

Определить количество влаги в газе при следующих данных:

- количество сырого газа $Q_г$;
- давление в аппарате Р;
- температура контакта влажного газа $t_с$;

Таблица 4.1 Исходные данные к задаче 4.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Давление Р, МПа	3	5	7	9	11	13	15	17	19	20
Температура $t_с$, °С	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Расход газа,$Q_г$ тыс.м^3/ч	30	50	70	90	110	130	150	170	190	200

Список литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

Практическое занятие № 7 Расчет количества ингибитора для предотвращения гидратообразования в газе

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета технологии осушки газа.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а также развить умение выполнять технологические расчеты.

Теоретическая часть

Газовые гидраты – твердые кристаллические соединения образующиеся при определенных термобарических условиях (при отрицательных температурах или положительных температурах до несколько десятков градусов и весьма высоких давлениях) из воды (жидкая вода, лед, водяные пары) и низкомолекулярных газов. К таким газам относятся природный газ и его составляющие – метан, этан пропан, кислород, азот, CO_2 и др. газы.

Последствия образования гидратов в трубопроводе:

- создают сопротивление потокам нефти и газа;
- закупорка трубопровода;
- срыв гидратной пробки, может привести к разрыву трубопровода;
- повреждение оборудования при добыче.

Методы борьбы:

- поддержание температуры выше точки образования гидратов;
- осушение газов перед трубопроводным транспортом (уменьшение точки росы);
- поддержание давления ниже точки образования гидратов;
- введение ингибиторов гидратообразования (для предотвращения затвердевания смеси).

Основными факторами гидратообразования являются влажность газа, его состав, давление и температура в газопроводе.

Применяемые ингибиторы (метанол CH_3OH, этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, 30%-ный раствор хлористого кальция и т. д.) процессов гидратообразования способствует снижению температуры гидратообразования.

Необходимый расход ингибитора можно вычислить по следующей формуле:

$$q = (W_1 - W_2) \bullet C_2/(C_1 - C_2), \text{ кг/1000 м}^3 \qquad (3.1)$$

где W_1, W_2– содержание влаги в газе до и после ввода ингибитора, кг/1000 м^3 газа;C_1, C_2 – массовая концентрация свежего и отработанного ингибитора, %.

Влагосодержание газа определяется для данных термобарических условий по рис. 3.1.

Температура начала гидратообразования$t_г$ определяется по рис. 3.2 для заданных относительной плотности газа и начального давления газопроводе.

Затем вычисляется понижение равновесной температуры

$$t \quad t_г \quad t_k, \qquad (3.2)$$

где $t_г$– температура начала гидратообразования, °С; $t_к$– температура в конце газопровода, °С.

При известном понижении равновесной температуры t по рис. 3.3 определяют массовое содержание отработанного агента C_2. Рассчитывая по (3.1) q_aопределяют суточный расход агента $q_{сут} = q_a \cdot V_г$, (3.3)

где $V_г$– суточное количество транспортируемого по газопроводу газа, тыс. м^3/сут.

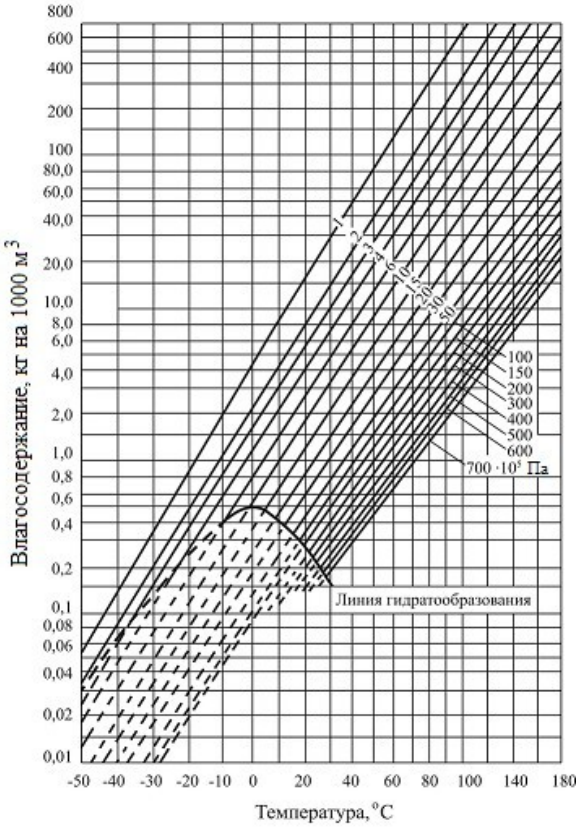


Рисунок 3.1 − Влагосодержание природных газов в зависимости от давления и температуры

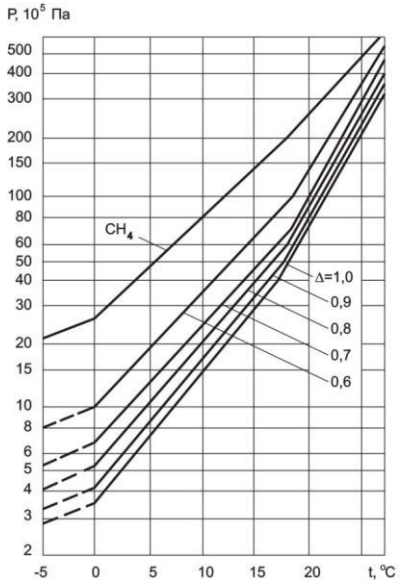


Рисунок 3.2 − Кривые равновесных условий гидратообразования в зависимости от относительной плотности газа

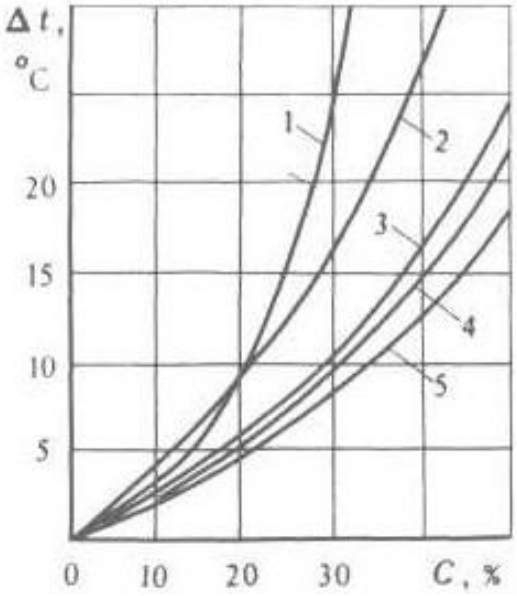


Рисунок 3.3 – Зависимости снижения температуры образования гидратов от массового содержания различных химических агентов:1 − $CaC1_2$; 2 − CH_3 OH; 3 − триэтиленгликоль; 4 – диэтиленгликоль (ДЭГ); 5 — этиленгликоль.

Вопросы и задания

1. Понятие газовых гидратов.
2. Последствия образования газовых гидратов.
3. Условия образования газовых гидратов.
4. Методы борьбы с гидратообразованием.
5. Рассчитать количество ингибиторов для следующих условий движения газа по газопроводу: начальное давление газа в газопроводе 0,981 МПа (10кгс/см^2) и температура 0 ^{o}C; количество газа, транспортируемого по газопроводу, равно 900 тыс. м^3/сут. Относительная плотность газа по воздуху 0,7.

Решение:

Согласно номограмме, количества влаги в начале газопровода W_2 = 2,0 кг на 1000 м^3 газа. Разность $W_1 - W_2$ даст количество воды, конденсирующейся на каждых 1000м^3 газа:

$$\Delta W = W_1 - W_2 = 2.2 - 2.0 = 0.2 \text{ кг}$$

Температура начала образования гидратов определяется из графика.Для нашего случая она будет +3,5 ^{o}C. Величина понижения равновесной температуры Δt, определяется по рисунку, для раствора хлористого кальция составит:

$$\Delta t = 3{,}5 - 0\ ^{o}C = 3{,}5\ ^{o}C$$

По графику находим, что для $\Delta t = 3{,}5\ ^{o}C$ концентрация отработанного раствора
хлористого кальция равна 10% масс. По уравнению определяем удельный расход 30%-ного раствора:

$$q = 0{,}2 \bullet 10/(30 - 10) = 0{,}2 \text{ кг на } 1000\ м^3$$

Суточный расход составит:

$$q_{сут} = 0{,}2 \bullet 900 = 180 \text{ кг}$$

Определим количество ДЭГ, которое следует ввести в поток газа для предотвращения образования гидратов при условиях, рассмотренных выше.

Начальная концентрация ДЭГ C_1 = 80%. Для $\Delta t = 3{,}5\ ^{o}C$ по графику определяем C_2 =
12,5% – концентрацию отработанного ДЭГ, которую надо поддерживать для указанной величины снижения температуры начала образования гидратов. По уравнению определяем удельный расход гликоля:

$$q = 0{,}2 \cdot 12{,}5/(80 - 12{,}5) = 0{,}39 \text{ кг на } 1000\ м^3$$

Суточный расход ДЭГ составит:

$$q_{сут} = 0{,}39 \cdot 900 = 351 \text{ кг}$$

6. Рассчитать количество ингибиторов гидратообразования, подаваемых в газопровод. Условия движения газа Определены давлением ($P_н$) и температурой газа ($t_н$) в начале газопровода и давлением ($P_к$) и температурой ($t_к$) в конце газопровода. Известно количество транспортируемого газа (Q) и плотность газа по воздуху, а так же начальные концентрации ингибиторов (C_1) см. таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные к задаче 3.2

№ Варианта	$P_н$, МПа	$t_н$, ^{o}C	$P_к$, МПа	$t_к$, ^{o}C	$Q \cdot 10^{-3}$, м^3/сут	ρ	C_1,% метанол	C_1,% ДЭГ	C_1,% $CaCl_2$
1	1,2	20	0,2	-8	850	0,8	95	-	30
2	0,6	10	0,2	-8	880	0,8	-	75	30
3	1,5	25	0,3	-2	850	0,7	95	75	-
4	1	10	0,2	-12	830	0,7	93	75	-
5	1	15	0,2	-10	920	0,7	94	80	-
6	1,2	20	0,2	-8	870	0,6	94	77	-
7	1,5	20	0,5	0	850	0,8	95	75	-
8	1	15	0,2	-10	800	0,7	-	80	30
9	1,2	20	0,2	-6	875	0,6	90	78	-
10	1	15	0,2	-10	940	0,6	93	80	-

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Практическое занятие № 8 Расчет количества абсорбента для осушки газа

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета технологии осушки газа.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а также развить умение выполнять технологические расчеты.

Теоретическая часть

Добываемый газ в своем составе всегда содержит паровую влагу. Вредное действие оказывает не паровая влага, а жидкая фаза, которая выделяется из газа при его сжатии или охлаждении. Выпадающий водяной конденсат вызывает коррозию оборудования и процессы гидратообразования. Образование гидратов приводит к забивке арматуры, фасонных частей и к уменьшению сечения газопроводов. По этой причине газ перед подачей в магистральный газопровод подвергают осушке.

Абсорбционная осушка газа основана на использовании влагопоглощающих абсорбентов - диэтиленгликоля (ДЭГ) или триэтиленгликоля (ТЭГ). Глубина осушки газа от влаги существенно зависит от концентрации гликоля на входе в абсорбер, чем она выше, тем больше степень осушки. Абсорбционный способ экономичен при осушке больших объемов природных газов под высоким давлением. Процесс осушки протекает в аппаратах колонного типа – абсорберах.

Вопросы и задания

1. Влагосодержание газа и проблемы, обусловленные наличием влаги в газе.
2. Метод абсорбционной осушки
3. Применяемые абсорбенты.
4. Определить количество абсорбента для осушки газа при следующих данных:

- количество сырого газа V_c=12 млн. м^3 сут.;
- давление в аппарате Р=1,47 МПа;
- температура контакта влажного газа t_c=11 ^{o}С;
- абсорбент – диэтиленгликоль (ДЭГ);
- содержание ДЭГа в свежем растворе x_1=98,9 % масс.
- точка росы осушенного газа t_p= -15^{o}С.

Влагосодержание газа, поступающего на осушку в абсорбер, определяется по графику (рис. 2.1), в зависимости от температуры и давления в системе осушки.

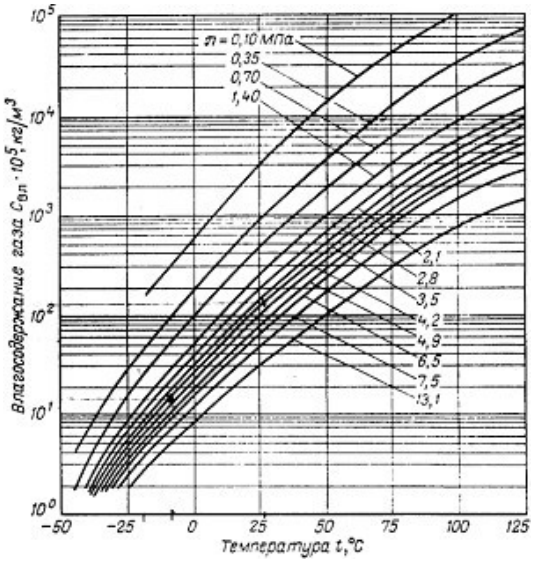


Рисунок 2.1. Влагосодержание углеводородных газов

Начальное влагосодержание углеводородного газа при температуре t_c=11^{0}С и давлении Р = 1,47 МПа составляет:

$C_н$=70 10^{-5} кг м^3;

конечное – при температуре $t_р$= - 15^{0}С и давлении Р=1,47 МПа составляет: $C_к$=17 10^{-5}кг м^3

Количество свежего абсорбента (кг/ч), подаваемого в поглотительную абсорбционную колонну, рассчитывается по формуле:

$$G_{абс.}=G_{вл.п}\frac{x_1}{x_1 \quad x_2}$$, где

$G_{вл.п}$ – количество поглощаемой влаги, кг/ч;

x_1 и x_2 – концентрация ДЭГ в свежем и насыщенном растворе соответственно, % масс..

Количество поглощаемой влаги рассчитывается по формуле:

$G_{вл.п} = (C_н - C_к)V$, где

V – объемное количество углеводородного сырья, м^3/ч.

$G_{вл.п}=(70-17)\cdot 10^{-5}\cdot 500000=265$ кг/ч

Концентрация ДЭГа в насыщенном растворе обычно составляет от 1,5 до 2%. Принимаем x_2=97,4.

Количество свежего абсорбента составит:

$$G_{абс.} \quad 265 \quad \frac{97,41}{98,9 \quad 97,4} \quad 32495,6 кг / ч$$

Объемное количество свежего абсорбента составит:

$$V_{абс}=\frac{G_{абс.}}{} \quad \frac{32495,6}{1120} \quad 29 м^3 / ч ,$$

где ρ – плотность раствора ДЭГ при температуре контакта, кг/м^3.

Определить количество абсорбента для осушки газа при следующих данных:

- количество сырого газа V_c;
- давление в аппарате Р;
- температура контакта влажного газа t;
- абсорбент – диэтиленгликоль (ДЭГ);
- содержание ДЭГа в свежем растворе x_1.;
- точка росы осушенного газа $t_р$

Таблица 2.1 Исходные данные к задаче 2.2

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Давление Р, МПа	3	5	7	9	11	13	15	17	19	20

Температура t, ^oC	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Расход газа,V_c тыс.$м^3$/ч	30	50	70	90	110	130	150	170	190	200
Концентрация ДЭГ, x_1,	98,1	98,2	98,3	98,4	98,5	98,6	98,7	98,8	98,9	98,0
Точка росы осушенного газа t_p, ^oC	-10	-10	-10	-10	-20	-20	-20	-20	-20	-20

Список литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

Практическое занятие № 9 Расчет физической абсорбции сероводорода

Цель: развить у студентов навыки самостоятельной работы со справочной литературой и познакомить с особенностями расчета технологии осушки газа.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части:

Знания: знать принцип работы технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойства сырья и продукции, конкретные технические решения при разработке технологических процессов, технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, информационные технологии при разработке проектов

Умения: уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения, использовать информационные технологии при разработке проектов

Компетенции или их части:

Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.(ПК-1)

Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья(ПК-2)

Актуальность темы: практическое занятие позволяет повысить эффективность обучения и формирования компетентности у студентов, а так же развить умение выполнять технологические расчеты.

Теоретическая часть.

Методика расчета основана на законе Рауля и законе равновесного состояния системы газ-жидкость.

Алгоритм расчета узла очистки газа от сероводорода

Поглотительная емкость абсорбента определяется по формуле (6.1):

$$E_{абс} = \frac{M_{H_2S} \cdot C_{H2Saаб} \cdot \rho_{абс}}{M_{абс}}, \qquad (6.1)$$

где M_{H2S} – молярная масса сероводорода, кг/кмоль;

$C_{H2Sабс}$ – максимальная концентрация сероводорода в абсорбенте, мольн. дол;

$\rho_{абс}$ - плотность абсорбента, кг/м^3;

$M_{абс}$ – молярная масса абсорбента, кг/кмоль;

$E_{абс}$ – поглотительная емкость абсорбента, кг/м^3.

Максимальная концентрация сероводорода в абсорбенте зависит от технологических параметров процесса (давления, концентрации сероводорода в газе) и определяется законом Рауля по формуле (6.2):

$$C_{H_2Saаб} = \frac{P \cdot C_{H_2S}}{P_{H_2S}}; \qquad (6.2)$$

где P – давление в системе очистки газа от сероводорода, МПа;

C_{H2S} – концентрация сероводорода в сырьевом газе, мольн дол;

P_{H2S} – давление насыщенного пара сероводорода при температуре абсорбции, МПа.

Давление насыщенного пара сероводорода определяется по справочным данным [2].

Таблица 6.1 - Давление насыщенного пара сероводорода

Температура, ^{0}C	0	10	20	30	40
Давление, МПа	1,08	1,41	1,85	2,36	2,97

Для расчета давления насыщенного пара в производственных условиях можно с достаточной точностью пользоваться уравнением (6.3):

$$\lg P = 4{,}441 - 930{,}5/T, \qquad (6.3)$$

где P – давление насыщенного пара сероводорода, кгс/см^2;

T – температура, K

Теоретический расход абсорбента рассчитывается по формуле (6.4):

$$Q_{абс} \quad \frac{G_{H_2S}}{E_{абс}}, \qquad (6.4)$$

где G_{H2S} –количество извлекаемого сероводорода, кг/ч.

Фактический расход абсорбента определяется с учетом коэффициента избытка по уравнению (6.5):

$$Q_{Фабс} \quad K \quad Q_{абс}, \qquad (6.5)$$

где K – коэффициент избытка абсорбента.

Вопросы и задания

1. Свойства сероводорода**.**

2. Что такое физическая абсорбция**?**

3. Назовите физические абсорбенты.

4. Определить количество абсорбента для извлечения сероводорода из газа при следующих данных:

- расход газа $Q_Г$ = 10000 м^3/ч;
- концентрация сероводорода в газе $C_{H\,2S}$ = 0,025 % мол (0,379 г/м^3);
- температура t =10^{0}C;
- давление P = 12 МПа;
- плотность абсорбента = 722 кг/м^3;
- коэффициент избытка абсорбента K = 1,7

Расчет.

1) Максимальная концентрация сероводорода в отработанном абсорбенте рассчитывается по формуле (6.2)

$$C_{H\,2S\,абс} \quad 12 \quad 0{,}00025 \quad 0{,}00213 \text{ мол. дол},$$

1,41

2) Поглотительная емкость абсорбента определяется по уравнению (6.1).

$E_{абс}$ 34 0,00213 722 0,645 кг/м^3.

3) Расход абсорбента рассчитывается по формуле (6.4)

$$Q_{абс} \quad \frac{0,379*10}{0,645} \quad 5,88 \text{ м}^3/\text{ч},$$

3) С учетом коэффициента запаса К расход абсорбента составит (уравнение 6.5)

$$Q_{Фабс} \quad 1,7 \quad 5,88 \quad 10 \text{м}^3/\text{ч},$$

5. Определить количество газового конденсата для извлечения сероводорода из газа при следующих данных:

- расход газа $Q_Г$ м^3/ч;

- концентрация сероводорода в газе C_{H2S} ;%
- температура t ^{0}C;
- давление Р МПа;
- плотность абсорбента $_{ж}$;
- коэффициент избытка абсорбента К.

Таблица 6.2 – Исходные данные к задаче 6.2

№ Варианта	Р, МПа	t, ^{o}C	$_{ж}$	К	Q·10^{-3}, м^3/сут	C_{H2S} %
1	12	20	0,695	1,5	850	0,025
2	11,8	10	0,695	1,5	880	0,026
3	11,7	25	0,710	1,5	850	0,026
4	10,5	10	0,710	1,5	830	0,027
5	10,5	15	0,710	1,5	920	0,027
6	10,5	20	0,725	1,5	870	0,028
7	9,8	20	0,725	1,5	850	0,028
8	9,8	15	0,725	1,5	800	0,029
9	12,5	20	0,725	1,5	875	0,029
10	12,5	15	0,725	1,5	940	0,029

Список литературы

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.
1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Направление подготовки/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль)/специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа»
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026
Реализуется	7-8 семестрах

Разработано
Доцент кафедры ТПНиПЭ
Пикалов С.Г.

Ставрополь
2026г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ....4
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ....4
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ....6
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА....7
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ....7
ИНЫЕ ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ....7
КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ....7
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ....8
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ....8

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Технология глубокой переработки нефти» является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Основные задачи изучения дисциплины: заложить основу знаний по теории и практике применения вторичных термических и каталитических процессов переработки нефти и газа; дать представления о химизме, механизме, термодинамике и кинетике этих процессов, научить обосновывать параметры технологического режима; сформировать научный подход к подбору катализаторов и конструкций реакторов; ознакомить с технологическими схемами и аппаратурным оформлением вторичных процессов переработки нефтяных фракций, основами расчета реакторов.

Задачи изучения дисциплины состоят также в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим бакалаврам для принятия технически и экономически обоснованных решений при: планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов и модернизации существующих установок переработки нефти и газа; проектировании новых технологических схем, выборе параметров технологического режима, расчете и выборе оборудования; анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов; анализе научно-технической литературы и проведении патентного поиска.

Дисциплина Б1.В.08.16 «Технология глубокой переработки нефти» относится к дисциплинам направленности (профиля) «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа». Ее освоение происходит в 7, 8 семестрах.Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.
ПК-2	Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ

Реализация образовательной программы подготовки бакалавров должна обеспечиваться доступом каждого к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин образовательной программы. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно пополняться научной литературой и периодическими изданиями экологического профиля. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в рабочем учебном плане – в целом по образовательной программе, по каждому блоку, по дисциплине (модулю);
- в рабочих программах учебных дисциплин (модулей) с распределением по разделам или конкретным темам.

Под самостоятельной работой бакалавров понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, а также научно-исследовательская работа, которая выполняется во внеаудиторное время по инициативе бакалавра или по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирования практических умений и навыков;
- развития исследовательских умений.

Задачи самостоятельной работы:

- овладение теоретическими знаниями о современных научно-технических и практических проблемах промышленной экологии;
- формирование опыта собственной поисковой, творческой, научно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ

Основными видами самостоятельной учебной деятельности бакалавров являются:

1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал;
2) своевременная доработка конспектов лекций;
3) подбор, изучение, анализ и, при необходимости, конспектирование рекомендованных литературных источников;
4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;
5) подготовка к зачету или экзамену;
6) выполнение собственных научных исследований, либо участие в научных исследованиях, проводимых на кафедре;
7) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

На самостоятельную работу бакалавров, обучающихся по направлению 18.03.01 «Химическая технология», по дисциплине «Технология переработки природных газов» отводится 108 астрономических часа.

Виды самостоятельной работы по дисциплине «Технология переработки природных газов» могут быть разделены на основные (аудиторные) и дополнительные (внеаудиторные).

Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит практические занятия.

Дополнительные (внеаудиторные) виды самостоятельной работы выполняются по выбору бакалавра и заданию преподавателя без его непосредственного участия. Дополнительные виды самостоятельной работы по дисциплине рекомендуются тем бакалаврам, которые наиболее заинтересованы в изучении дисциплины.

К основным (обязательным) видам самостоятельной работы бакалавров при изучении дисциплины «Технология переработки природных газов» относятся:

а) самостоятельное изучение теоретического материала;

Дополнительными видами самостоятельной работы являются:

а) подготовка докладов и сообщений для выступления на семинарах;
б) участие в ежегодной научно-технической конференции;

Дополнительные виды самостоятельной работы не являются обязательными и выполняются бакалаврами по собственной инициативе с предварительным согласованием с преподавателем, либо при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Виды и содержание самостоятельной работы, формы их контроля:

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объём часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7семестр						
ПК-1, ПК-2	Самостоятельное изучение литературы по темам 2, 4-6, 9	Конспект	Проверка конспекта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Подготовка к практическим занятиям	Конспект	Проверка конспекта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Подготовка к лабораторным работам	Отчёт	Защита отчёта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Устный опрос	27	14	41

Итого за 7 семестр	**108**	**56**	**164**
Итого	**108**	**56**	**164**

С

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объём часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
8семестр						
ПК-1, ПК-2	Самостоятельное изучение литературы по темам 10-14	Конспект	Проверка конспекта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Подготовка к практическим занятиям	Конспект	Проверка конспекта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Подготовка к лабораторным работам	Отчёт	Защита отчёта, собеседование	27	14	41
ПК-1, ПК-2	Подготовка к экзамену	Экзамен	Устный опрос	27	14	41

АМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине «Технология переработки природных газов» предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лабораторные работы, текущий контроль и промежуточную аттестацию, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы.

Источники для самостоятельного изучения теоретического материала по дисциплине «Технология переработки природных газов»:

- учебники по предмету;
- учебные пособия по отдельным темам;
- научные статьи в периодической печати и рекомендованных сборниках;
- научные монографии.

Умение бакалавров быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий и научной работы, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к практическим занятиям, при написании научных рефератов.

Выполнение самостоятельной работы на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет бакалаврам усваивать изучаемый материал более глубоко.

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ

Задания для самостоятельной работы преимущественно содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины (практикум). Сдача выполненного задания производится преподавателю, ведущему практические занятия, в установленные сроки.

ИНЫЕ ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

К иным формам самостоятельной работы бакалавров относятся: подготовка сообщений, докладов, выступлений на «круглых столах», семинарах, конференциях. Если преподаватель поручил бакалавру подготовить доклад к семинару, сообщение или иное выступление, то самостоятельная работа по их написанию может проходить в следующей последовательности.

1. Нужно подобрать литературу, проконсультироваться у преподавателя по содержанию предстоящего доклада (выступления).

2. Необходимо изучить литературу, сгруппировать материал и составить подробный план доклада (выступления).
3. Следует написать полный текст доклада (выступления). Для выступления с докладом обычно отводится 10-12 минут, поэтому все содержание доклада должно быть не более 7-10 страниц.
4. Бакалавру рекомендуется продумать методику чтения доклада. При возможности следует подготовить доклад с презентацией или раздаточным материалом.
5. Важно потренироваться в чтении доклада.

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ

Оценка самостоятельной работы бакалавра влияет на итоговую оценку по дисциплине «Технология переработки природных газов» следующим образом: во-первых, оценка самостоятельной работы учитывается в такой форме текущего контроля, как опрос на занятиях; во-вторых, самостоятельная работа по предмету поощряется, и преподаватель может использовать (и, как правило, использует) оценку самостоятельной работы в качестве поощрительной составляющей на зачете или экзамене; в спорных моментах оценка самостоятельной работы может разрешить ситуацию в пользу обучающегося.

Контроль самостоятельной работы бакалавров предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Основными формами контроля самостоятельной работы бакалавра преподавателями являются:

1. просмотр и проверка продукта самостоятельной работы преподавателем:
2. самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе;
3. обсуждение результатов выполненной работы на занятии;
4. письменный опрос;
5. индивидуальное собеседование;

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Независимо от вида самостоятельной работы критериями оценки самостоятельной работы могут считаться:

- уровень освоения бакалавром учебного материала;
- умение бакалавра использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- умение баклавра активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить информацию, изучать ее и применять на практике;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы:

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Синицин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2009. – 400 с.
2. Промышленная безопасность в газовом хозяйстве: сборник документов / [отв. сост.: Б. А. Красных и др.]. – 6-е изд., испр. – Москва: Пром. безопасность, 2009. – 164 с.
3. Технология переработки нефти: в 2 ч.: учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]]; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. – М.: Химия: КолосС, 2005. – 400 с. – Гриф: Доп. МО.
4. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
5. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учеб. пособие для вузов / А. К. Мановян. – 2-е изд., испр. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
6. Бекиров, Т. М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т. М. Бекиров. – М.: Недра, 1980. – 293 с.
7. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А, Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 2000. – 677 с.
8. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. – 483 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ»

Направление подготовки/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело
правленность (профиль)/специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа»
рма обучения	Очная
д начала обучения	2026
лизуется	7-8 семестрах

Разработано
Доцент кафедры ТПНиПЭ
Пикалов С.Г.

Ставрополь, 2026

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пикалов С.Г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 18.03.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ.....
СТРУКТУРА И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОЕКТА.....
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....
ПРИЛОЖЕНИЯ.....

Введение

Целью изучения дисциплины «Технология глубокой переработки нефти» является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

Основные задачи изучения дисциплины: заложить основу знаний по теории и практике применения вторичных термических и каталитических процессов переработки нефти и газа; дать представления о химизме, механизме, термодинамике и кинетике этих процессов, научить обосновывать параметры технологического режима; сформировать научный подход к подбору катализаторов и конструкций реакторов; ознакомить с технологическими схемами и аппаратурным оформлением вторичных процессов переработки нефтяных фракций, основами расчета реакторов.

Задачи изучения дисциплины состоят также в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим бакалаврам для принятия технически и экономически обоснованных решений при: планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов и модернизации существующих установок переработки нефти и газа; проектировании новых технологических схем, выборе параметров технологического режима, расчете и выборе оборудования; анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов; анализе научно-технической литературы и проведении патентного поиска.

Дисциплина Б1.В.08.16 «Технология глубокой переработки нефти» относится к дисциплинам направленности (профиля) «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта, хранения и переработка нефти и газа». Ее освоение происходит в 7, 8 семестрах.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен обеспечить технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья.
ПК-2	Способен обеспечить документационное сопровождение разработки и внедрения мероприятий по повышению эффективности технологического процесса переработки нефти, газа и химического сырья

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – обязательный вид учебной работы, выполняется студентом в течение семестра. Курсовой проект является самостоятельной исследовательской работой студента и представляет собой логически завершенное и оформленное научное исследование.

Цель курсового проектирования – формирование у студента навыков научно-исследовательской работы, повышение уровня его профессиональной (теоретической и практической) подготовки, углубление знаний по учебной дисциплине, развитие интереса и навыков самостоятельной работы с научной и справочной литературой.

Выполнение курсового проекта также имеет целью расширение знаний студентов, обучение методам теоретического анализа явлений и закономерностей науки, отработку навыков самостоятельного применения теоретических знаний к комплексному решению профессиональных задач, использования справочной литературы, методов математической обработки экспериментальных данных, компьютерных технологий. Системой курсовых работ (проектов) студент подготавливается к выполнению выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсового проекта студент должен решать следующие задачи:

– приобретение новых теоретических знаний в соответствии с темой проекта и заданием руководителя;

– умение систематизировать, обобщать и логично излагать концепции, альтернативные точки зрения по исследуемой проблеме;

– развитие учебно-исследовательских и методических навыков, необходимых для системного научного анализа изучаемого явления;

– совершенствование профессиональной подготовки.

Результатом курсового проектирования является развитие компетенций: обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения; анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования; разрабатывать проекты (в составе авторского коллектива).

ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Темы курсовых проектов должны быть комплексными, т.е. содержать ряд взаимосвязанных между собой проблем и опираться на фактический материал профильных предприятий и учреждений, а также на итоги учебной и производственной практики студентов, на научные работы членов кафедры, студенческих научных кружков и проблемных групп; использовать новейшие достижения отечественной и зарубежной науки, актуальные прикладные аспекты.

Тема курсового проекта предлагается студентом с обоснованием им актуальности и целесообразности ее разработки. Также темы могут быть предложены специалистами промышленных предприятий, научных и проектных организаций, заинтересованных в их разработке.

Тематика курсовых проектов по дисциплине «Технология глубокой переработки нефти» должна соответствовать видам профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники бакалавриата. В соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология к числу видов профессиональной деятельности относятся: производственно-технологическая, проектная. Тематика курсовых проектов должна также отвечать современным требованиям развития науки, техники, производства в области нефтегазопереработки.

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проект установки термического крекинга мазута.
2. Проект установки висбрекинга гудрона.
3. Проект установки пиролиза прямогонного бензина.
4. Проект установки замедленного коксования.
5. Проект установки получения окисленных битумов.
6. Проект установки каталитического крекинга вакуумного газойля.
7. Проект установки каталитического риформинга с целью получения высокооктанового бензина.
8. Проект установки каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора.
9. Проект установки гидроочистки бензиновой фракции.
10. Проект установки гидроочистки керосиновой фракции.
11. Проект установки гидроочистки дизельной фракции.
12. Проект установки гидроочистки масляной фракции.
13. Проект установки легкого гидрокрекинга вакуумного газойля.
14. Проект установки глубокого гидрокрекинга вакуумного газойля.
15. Проект установки сернокислотного алкилирования изобутана бутиленами.
16. Проект установки изомеризации легкой бензиновой фракции.
17. Проект установки изомеризации пентан-гексановой фракции.
18. Проект установки получения полимербензина.
19. Проект установки каталитической депарафинизации дизельной фракции.
20. Проект установки каталитической депарафинизации масляной фракции.

Темы курсовых проектов утверждаются на заседании выпускающей кафедры технологии переработки нефти и промышленной экологии в течение 2-х недель после начала семестра. Выписка из протокола заседания кафедры передается

в дирекцию института нефти и газа, где формируется распоряжение об утверждении тем курсовых проектов. В течение 10 дней после выхода распоряжения об утверждении тем курсовых проектов специалист по учебно-методической работе дирекции вносит темы проектов в автоматизированную базу университета.

Основные содержательные и процессуальные аспекты, необходимые для выполнения проекта, оформляются кафедрой в заданиях по курсовому проектированию (*Приложение 1*). В заданиях необходимо четко сформулировать тему проекта и требования, определяющие его объем, содержание, а также исходные данные.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен полностью соответствовать утвержденной теме, содержать элементы новизны, быть актуальным, иметь научную и практическую значимость.

Курсовой проект имеет следующую структуру: титульный лист, задание, содержание, введение, основной текст, заключение, список используемой литературы, приложения.

Титульный лист содержит следующие сведения: название учредителя СКФУ, название университета, института, выпускающей кафедры, наименование темы курсового проекта, инициалы и фамилию автора проекта с указанием курса, группы, формы обучения; ученую степень, звание, должность, инициалы и фамилию научного руководителя, дату защиты, выставленную оценку, место и год защиты (*Приложение 2*).

Содержание включает названия разделов, подразделов проекта с указанием страницы начала каждой части.

Введение содержит обоснование актуальности проблемы, цель и задачи исследования, формулировки теоретической и практической значимости работы.

Основной текст представлен, как правило, разделами «Теоретические основы процесса», «Аппаратурное оформление процесса», «Расчетный раздел». Разделы по содержанию должны быть логически связаны между собой и завершаться выводами.

В заключении содержатся выводы по проекту в целом, перспективы дальнейшего изучения проблемы, связь с практикой.

Список используемой литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ к оформлению библиографии; в нем указываются все использованные студентом источники научно-технической литературы и документации.

В приложение входят таблицы, схемы, графики, диаграммы и другие материалы, иллюстрирующие или подтверждающие ход исследования, основные теоретические положения и выводы.

Рекомендуемый объем курсового проекта по дисциплине «Технология глубокой переработки нефти» – не менее 40 страниц печатного (компьютерного) текста, отпечатанного на стандартных листах А4 через полтора интервала стандартным шрифтом (тип – Times New Roman, размер 14 пт).

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен содержать ряд обязательных разделов, которые располагаются в определенном порядке: титульный лист; задание; содержание; введение; «Теоретические основы процесса»; «Аппаратурное оформление процесса»; «Расчетный раздел»; заключение; список используемой литературы.

Содержание включает наименования всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименования) проекта с указанием их нумерации. Как правило, объем содержания не превышает 1 страницу печатного текста.

Введение содержит краткую характеристику и оценку современного состояния, выбранного направления исследований, обоснование актуальности темы проекта, формулировки цели и решаемых задач. Объем введения не должен превышать 1 страницы печатного текста.

Объем первого раздела – обзора имеющихся в научно-технической литературе сведений о проблеме исследований составляет до 15 страниц печатного текста. В разделе необходимо сжато, критически осветить известные работы, научные и технологические решения по теме курсового проекта, сформулировать нерешенные вопросы, наметить пути проработки конкретных задач. При написании раздела «Теоретические основы процесса» следует использовать современные отечественные и зарубежные источники, широко привлекать сведения из научно-технических журналов и результаты патентного поиска.

Объем раздела «Аппаратурное оформление процесса» должен составлять до 15 страниц печатного текста. В разделе приводятся описания технологических схем, конструкций основных аппаратов, характеристики сырья, вспомогательных материалов, продуктов.

В расчетном разделе объемом до 20 страниц печатного текста на основе практических данных действующих производств или результатов научных исследований выполняется материальный расчет технологической установки и/или аппарата. Выполнение трудоемких технологических расчетов производится с использованием современных компьютерных программ.

В заключении приводятся выводы по проекту в целом. Выводы должны строго соответствовать цели и задачам проекта, сформулированным во введении, а также отражать научную и практическую ценность полученных результатов, Рекомендуемый объем заключения до 1 страницы печатного текста.

При написании курсового проекта автор обязан приводить ссылки на авторов и источники, из которых заимствует материалы, цитирует отдельные положения или использует результаты. В список используемой литературы допускается включать не только издания, которые были фактически процитированы, но и названия близких по содержанию работ.

Источники в списке следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте и нумеровать арабскими цифрами.

Приложения, если они необходимы, оформляют как продолжение курсового проекта на последующих его страницах. В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты восприятия текста: таблицы данных; графики, схемы, поясняющие текст или необходимые для расчетов; иллюстрации вспомогательного характера.

Графический материал (схемы, рисунки, графики, таблицы), необходимый для защиты курсового проекта, представляется с использованием презентационной техники. Количество иллюстраций (слайдов) должно в полном объеме отражать основное содержание проекта.

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовые проекты должны оформляться в соответствии с требованиями следующих государственных стандартов (ГОСТ) и нормативов: ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам; ГОСТ 2.106-96. Текстовые документы; ГОСТ 2.104-68. Основные надписи; Единая система конструкторской документации; Единая система технологической документации; Единая система программной документации; ГОСТ 7.32-2001. Отчет по научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления; ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание; ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов; ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления; ГОСТ 7.80-2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления.

Курсовой проект оформляют с помощью средств компьютерной техники на одной стороне листа формата А4 (210х297 мм). Текст проекта печатается с соблюдением полей следующих размеров: правое – 15 (10) мм; левое – 25 (30) мм; верхнее – 20 мм; нижнее – 20 мм. Используется шрифт Times New Roman чёрного цвета, размер шрифта – 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, абзацный отступ – 1,25 см. В таблицах и подписям к рисункам допускается использование размера шрифта 12 пт.

Каждый раздел курсового проекта должен начинаться с новой страницы и иметь порядковый номер. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. Номера пунктов состоят из номера раздела, подраздела, пункта, разделенных точкой.

Разделы, подразделы, пункты должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов. Заголовки следует выравнивать по центру, писать строчными буквами, кроме первой, заглавной, без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Все структурные элементы курсового проекта включают в общую нумерацию страниц. Листы (страницы) проекта нумеруют арабскими цифрами, номер проставляют в верхнем правом углу страницы. На титульном листе и задании номер не проставляют.

Ссылки на литературные источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками. При необходимости ссылки на конкретный фрагмент текста источника в квадратных скобках проставляют номер источника и номер страницы, на которой помещен фрагмент, например: [18, т.1, с. 753]. При ссылках в тексте на стандарты указывают только их обозначение, например: ГОСТ 2.201.

ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Руководство курсовыми проектами поручается наиболее квалифицированным преподавателям кафедры, обладающим научно-методическим опытом. В методических указаниях должны быть определены задачи проекта, характер исходных данных, примерный объем и содержание отдельных частей, а также порядок выполнения курсового исследования.

Руководство курсовыми проектами начинается с выдачи задания студентам. В этот период необходимым условием, обеспечивающим эффективность дальнейшего руководства, является индивидуальная беседа руководителя со студентом по заданию. В ходе беседы руководитель должен выяснить степень подготовленности студента к выполнению данного задания, рекомендовать необходимую литературу и информировать о порядке выполнения задания.

Задание выдается за подписью руководителя проекта, датируется днем выдачи, утверждается заведующим кафедрой и регистрируется в кафедральном журнале.

В рамках отведенного для руководства курсовыми проектами времени должны регулярно проводиться индивидуальные консультации.

Одной из важных форм руководства является предварительный просмотр выполненной части курсового проекта. Руководитель, прежде всего, должен провести экспертизу выполненной части проекта, а затем указать все ошибки, неточности. После проверки руководителем выполнения одного этапа работы студенту (в случае положительного заключения) разрешается перейти к следующему этапу.

Курсовой проект перед сдачей руководителю подписывается студентом. Если проект удовлетворяет требованиям, предъявляемым к курсовым проектам, он допускается к защите, о чем руководитель делает соответствующую запись на титульном листе.

ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Процедура защиты является обязательной формой проверки выполнения курсового проекта. Защита производится на заседании кафедры, научно-методического семинара кафедры, научной проблемной группы специальной комиссией, утверждаемой директором института, состоящей обычно из 3 преподавателей кафедры, при непосредственном участии руководителя, в присутствии студентов. Результаты наиболее интересных курсовых проектов могут быть доложены на научных конференциях. Публичная защита стимулирует научный интерес, творчество, ответственность студентов.

Защита состоит в коротком докладе студента по выполненному проекту и в ответах на вопросы присутствующих на защите. Руководитель зачитывает отзыв на курсовой проект студента (*Приложение 3*).

Результаты защиты курсового проекта, согласно действующему Положению о текущем контроле и промежуточной аттестации в СКФУ, оцениваются дифференцированной отметкой по пятибалльной системе. Оценка курсового проекта заносится в зачетную книжку студента и зачетно-экзаменационную ведомость, составляемую в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре в течение всего срока обучения студента, другой представляется в дирекцию института.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОЕКТА

При оценке курсового проекта учитывается уровень сформированности компетенций по следующим критериям:
– глубина анализа проблемы, уровень ее теоретической проработки;
– объем и качество экспериментальных исследований;
– самостоятельность разработки;
– полнота и качество вносимых предложений по рассматриваемой проблеме;
– степень владения современными программными продуктами и компьютерными технологиями;
– качество презентации результатов работы;
– навыки публичной дискуссии, защиты научных идей, предложений и рекомендаций;
– общий уровень культуры общения с аудиторией;
– готовность к практической деятельности в области нефтегазопереработки;
– отзыв руководителя.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он имеет положительный отзыв руководителя, при защите демонстрирует:

- глубину анализа проблемы, высокий уровень ее теоретической проработки; полноту и качество вносимых предложений по рассматриваемой проблеме; высокое качество презентации результатов работы; высокий уровень культуры общения с аудиторией;

- умение обосновать объем и обеспечить качество экспериментальных исследований; возможность внедрения результатов работы в производство; готовность к практической деятельности в области нефтегазопереработки;

- владение современными программными продуктами и компьютерными технологиями; навыками самостоятельной разработки проблемы; публичной дискуссии, защиты собственных научных идей, предложений и рекомендаций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он имеет положительный отзыв руководителя, при защите демонстрирует:

- хороший уровень теоретической проработки проблемы; полноту вносимых предложений по рассматриваемой проблеме; качество презентации результатов работы; уровень культуры общения с аудиторией;

- умение обеспечить качество экспериментальных исследований; возможность внедрения результатов работы в производство; готовность к практической деятельности в области нефтегазопереработки;

- владение современными компьютерными технологиями; навыками разработки проблемы; публичной дискуссии, защиты собственных научных идей, предложений и рекомендаций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет положительный отзыв руководителя, при защите демонстрирует:

- недостаточно высокие уровень теоретической проработки проблемы, качество вносимых предложений, качество презентации результатов работы; средний уровень культуры общения с аудиторией;

- готовность к практической деятельности в области нефтегазопереработки; испытывает затруднения при обосновании объема экспериментальных исследований, возможности внедрения результатов работы в производство;

- владение современными компьютерными технологиями, навыками разработки проблемы с помощью руководителя; испытывает затруднения в ходе публичной дискуссии, защиты собственных предложений и рекомендаций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет отзыв руководителя с серьезными замечаниями, при защите демонстрирует:

- недостаточные уровень теоретической проработки проблемы, качество вносимых предложений, качество презентации результатов работы, уровень культуры общения с аудиторией;
- испытывает затруднения при обосновании объема экспериментальных исследований, недостаточно подготовлен к практической деятельности в области нефтегазопереработки;
- слабое владение современными компьютерными технологиями, навыками разработки проблемы; испытывает затруднения в ходе публичной дискуссии.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Капустин, В. М. Технология переработки нефти : в 4 ч. Ч. 2. Физико-химические процессы / В. М. Капустин, А. А. Гуреев. – М. : Химия, 2015. – 400 с.
2. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учеб. пособие для вузов / С.А. Ахметов. – СПб. : Недра, 2013. – 544 с.
3. Переработка нефти : теоретические и технологические аспекты / под ред. Н. Г. Дигурова, Б.П. Туманяна. – М. : Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2012. – 496 с.

Дополнительная литература:

1. Мейерс, Р.А. (ред.). Основные процессы нефтепереработки. Справочник: пер. с англ. 3-го изд. / Р.А. Мейерс (ред.) ; [пер. с англ. 2-го изд.] ; под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб: ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с.
2. Колесников, И. М. Катализ и производство катализаторов / И. М. Колесников ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина. – М. : Техника, 2004. – 400 с.
3. Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учеб. пособие / С. А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2002. – 672 с.
4. Мановян, А. К. Технология переработки природных энергоносителей : учеб. пособие / А. К. Мановян. – М. : Химия : КолосС, 2004. – 456 с.

Интернет-ресурсы:

1. http://biblioclub.ru – Университетская библиотека онлайн.
2. http://e.lanbook.com – Издательство «Лань».
3. http://www.rsl.ru – Российская государственная библиотека.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____

подпись, инициалы, фамилия

«___»_____202_ г.

ЗАДАНИЕ
к курсовому проекту
по дисциплине «Технология глубокой переработки нефти»

Студент _____

фамилия, имя, отчество

_____ группа _____

1. Тема: _____

_____

2. Срок представления проекта к защите _____

3. Исходные данные для проектирования:

_____

_____

_____

4. Содержание пояснительной записки:

4.1. Теоретические основы процесса: _____

_____

_____

_____

4.2. Аппаратурное оформление процесса: _____

_____

_____

4.3. Расчетный раздел: _____

_____

_____

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): _____

_____

_____

Дата выдачи задания _____

Руководитель проекта _____

подпись инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению: _____

подпись, дата инициалы, фамилия

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Технология глубокой переработки нефти»
на тему: _____

Выполнил:
студент ___ курса группы _____
направления

_____ _____
подпись инициалы, фамилия

Руководитель проекта:
_____
должность

_____ _____
подпись инициалы, фамилия

Проект допущен к защите _____ _____
подпись руководителя дата

Проект выполнен
и защищен с оценкой _____ Дата защиты _____

Члены комиссии:

_____
подпись инициалы, фамилия

_____
подпись инициалы, фамилия

_____
подпись инициалы, фамилия

Ставрополь
202_ г.

Приложение 3

ОТЗЫВ

на курсовой проект студента/ки ___курса, группы_____

ФИО

тема

Актуальность: курсовой проект посвящен ……

В первом разделе ….

Второй раздел ….

Третья раздел ….

Выводы, сделанные в Заключении, соответствуют целям проекта.

Проанализирован …. объем литературы…

За время работы студент/ка проявил/а себя как…..

Таким образом, проект выполнен на … уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к курсовым проектам, и заслуживает … оценки.

Руководитель проекта
степень, звание,
должность, место работы ФИО

Дата