

**СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

Заключение. По данным рисунка 2 имеем, что температура внутри ПЭД увеличивается с повышением частоты (примерно на 2 градуса каждые 5 Гц). Так же при увеличении частоты возрастает значение перегрева между осью двигателя и его стенкой. По данным рисунка 3 видно, что при работе на одной и той же частоте в случае оседания 1 мм загрязнителя температура поднимается довольно сильно (около 8 градусов). При увеличении частоты, прирост температуры возрастает, скорость прироста также увеличивается.

Таким образом, цель поставленная в работе была достигнута. Однако, стоит оговориться что расчет выполнен со значительными допущениями. Этот расчет может быть использован в качестве приближенного с целью дальнейших уточнений рассматриваемых процессов. Видно, что зависимости, полученные в работе, не противоречат технологическим данным производства.

Литература

1. Мищенко И.Т. Скиажинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов. — М: М71 ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. — 816 с. ISBN 5-7246-0234-2.
2. Потапов А.В. Инструкция по запуску, выводу на режим и эксплуатации скважин оборудованных УЭЦН. - Томск: 2010.
3. Теплопередача. Учебник для вузов. / Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С., - 3 изд. - М.: Энергия, 1975.
4. Ляпков, П.Д. Подбор установки погружного центробежного насоса к скважине / П.Д. Ляпков Н.Н. – М.: МИНГ.
5. Купцов С.М. Температурное поле погружного электродвигателя скважинных насосных установок // Территория нефтегаз. - 2010. - №4. - С. 36 - 38.
6. Справочные материалы для решения задач по курсу "Тепломассообмен", Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Солнышкова Ю.С. и др. - Иваново: ГОУ ВПО «Ивановский гос- ударственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2009. (парафин, сталь)
7. weldworld.ru URL: <http://weldworld.ru/theory/summary/koefficient-teploprovodnosti.html> (дата обращения: 1.12.2017).

**АНАЛИЗ АБСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАКУУМНОЙ
РЕКТИФИКАЦИИ: РАСЧЕТ АБСОРБЕРА**

М.И. Крылов, Р.О. Курилович

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью работы является рассмотрение метода абсорбционной осушки газа с использованием ректификаций насыщенных гликолей под вакуумом.

Использование природных ресурсов всегда имело большое значение для человека. Отсутствие полезных ископаемых на сегодняшний день и исключение их из человеческой жизни приведёт к катастрофическим последствиям. Для использования газа потребителем, необходимо осуществить ряд технологических процессов. Одним из таких является процесс осушки газа, который необходим, и в первую очередь, для предотвращения гидратообразования в магистральных газопроводах. На практике используются процессы абсорбционной и адсорбционной осушки. На сегодняшний день, возрастает количество месторождений, находящихся на 3 стадии разработки (стадия падающей добычи), что говорит о низком давлении и повышенным влагосодержанием продукции. Именно поэтому разрабатываются различные виды осушки газа, виды регенерации гликолей [2]. Для обеспечения требуемой точки росы газа по воде применяется ректификация насыщенного диэтиленгликоля под вакуумом, что позволяет улучшить работу установки регенерации. В ходе анализа рассматривается влияние вакуумной регенерации на изменение таких критериев как: капельный унос гликоля (ДЭГ) с газом; изменение концентрации регенерированного гликоля; изменение расхода регенерированного гликоля [1].

При расчёте тарельчатого абсорбера были выбраны тарелки колпачкового типа. Для колпачковых тарелок имеем следующую предельно допустимую скорость [5]: $w = 2,47$ м/с

Коэффициенты массопередачи определяют по уравнениям аддитивности фазовых диффузионных сопротивлений, в итоге имеем: [5]: $K_{yf} = 0,154$ кг/(м²·с)

Требуемое число тарелок[5]: $n = 63$

Гидравлическое сопротивление всех тарелок абсорбера[5]: $\Delta P_a = 23040$ Па

Анализ проводился в среде Aspen HYSYS V8.8, в основу анализа положено уравнение Пенга-Робинсона [3].

Стандартная форма уравнения состояния Пенга-Робинсона имеет вид:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{aa}{V^2 + 2bV - b^2}$$

, где P- давление в системе; V-молярный объём; R-универсальная газовая постоянная; T-температура газа; a, b-коэффициенты критических параметров; α -перекрестный коэффициент.

Был задан материальный поток, имеющий состав аналогичный составу на изучаемом месторождении:

Таблица 1

Химический состав газа, % объемные:

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	He	Ar	N ₂	CO ₂	H ₂
98,3	0,1	0,1	0,02	0,02	1,2	0,2	0,02

Моделирование технологической схемы

Моделирующая схема имеет состав аналогичный схеме установки абсорбционной осушки месторождения и в среде выражена следующим образом (рисунок 1):

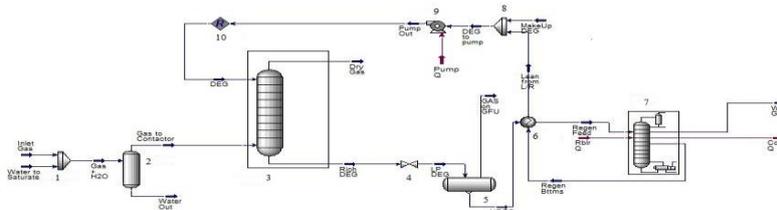


Рис. 1 – Моделирующая схема абсорбционной осушки газа с регенерацией гликоля

Получение критериев эффективности

Термобарические параметры в кубе регенерации составляют: температура = 155°C, давление 110 кПа.

Таблица 2

Критерии эффективности при атмосферной регенерации

Расход РДЭГа, кг/ч	3462,46
Концентрация РДЭГа, % масс.	94,54
Унос РДЭГа, г/ч	3,28

При использовании технологии вакуумной регенерации абсорбента, давление в кубе регенерации колонны равно 70 кПа, температура также принимается 155°C.

Таблица 3

Критерии эффективности при вакуумной регенерации

Расход РДЭГа, кг/ч	3462,72
Концентрация РДЭГа, % масс.	98,67
Унос РДЭГа, г/ч	2,19

Результаты осушки:

После абсорбционной осушки имеем следующий состав природного газа:

Таблица 4

Химический состав газа после осушки, % объемные:

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	He	Ar	N ₂	CO ₂	H ₂
98,67	0,16	0,16	0,01	0,01	0,78	0,2	0,01

Анализ полученных данных:

Сравнивая показатели по таблицам 2 и 3 отмечаем, что замена технологии атмосферной регенерации на вакуумную, позволяет повысить выбранные критерии эффективности колонны. Положительное влияние отмечается по всем показателям.

Концентрация десорбированного ДЭГа увеличивается на 4,13 %, при этом увеличивается и расход на 0,26 кг/ч. Экономия чистого абсорбента составляет:

$$\Delta_{\text{ДЭГ}} = \frac{G_{\text{ДЭГ,Вак}} \cdot C_{\text{ДЭГ,Вак}}}{100} - \frac{G_{\text{ДЭГ,Атм}} \cdot C_{\text{ДЭГ,Атм}}}{100}, \text{ где}$$

$\Delta_{\text{ДЭГ}}$ – экономия чистого ДЭГа, кг/ч;

$G_{\text{ДЭГ,Вак}}$ – расход ДЭГа при вакуумной регенерации, кг/ч;

$G_{\text{ДЭГ,Атм}}$ – расход ДЭГа при атмосферной регенерации, кг/ч;

$C_{\text{ДЭГ,Вак}}$ – концентрация ДЭГа при вакуумной регенерации, %;

$C_{\text{ДЭГ,Атм}}$ – концентрация ДЭГа при атмосферной регенерации, %.

СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

$$\Delta_{\text{дэг}} = \frac{3462,72 \cdot 98,67}{100} - \frac{3462,46 \cdot 94,54}{100} = 143,2561 \text{ кг/ч}$$

Путём добавления абсорбента в систему достигается концентрации ДЭГа 99,2% масс. и расхода 3472 кг/ч на входе в абсорбер. Так как увеличивается концентрация и расход РДЭГа, то происходит экономия добавочного абсорбента, в случае атмосферной ректификации: расход составляет 10,23 кг/ч, а при вакуумной ректификации – 9,95 кг/ч. То есть экономия составляет 0,28 кг абсорбента в час или 2419,2 кг/год. Также отмечается уменьшение капельного уноса гликоля в процессе десорбции. Унос уменьшается на 1,09 г/ч или на 33,2 %. То есть экономия от сокращения уноса в год составляет 9,42 кг/год.

Общая экономия абсорбента. Экономия чистого ДЭГа + Экономия за счёт снижения добавочного ДЭГа + Экономия за счёт снижения уноса = 143,2561 + 0,28 + 0,00109 = 143,5372 кг/ч

Следовательно, в год экономия диэтиленгликоля составляет 1240162 кг/год. Это говорит о высокой эффективности введения вакуумного метода регенерации гликоля, который оказывает существенное влияние на процесс абсорбционной осушки газа в целом [4].

Литература

1. Journal of Separation Science // Volume 38, Issue 9 May 2015, pages 1441–1624;
2. Уэйлес С. Фазовые превращения в химической технологии. М.: Мир, 2010. 304 с.
3. Peng D.Y., Robinson D.B. A new two-constant equation of state // Ind. Eng. Chem. Fundam. 2011. 64 pages
4. Katz D.L., Firoozabadi A. Predicting phase behavior of condensate/crude oil systems using methane interaction coefficients. J. Pet. Tech. P. (November 2010). Pages 1 649 - 1 655
5. Николаев Г.И., Ханжунов Ю.М., Ухеев Г.Ж., Бадмацыренов Б.В., Ямпиллов С.С., Хараев Г.И., Хантургаев А.Г., Полякова Л.Е. Массообменные процессы: Учебное пособие. –Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. – 238 с.

О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДАЧ ТЕРМОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Ле Тхи Тху Тхуи

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большинство математических моделей прогноза сложных процессов переноса тепла, массы и импульса в природе и технике требует использования дифференциальных уравнений.

Рассмотрим дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными, которое можно записать в следующем виде [1, 2]:

$$A(x, y)U_{xx} + 2B(x, y)U_{xy} + C(x, y)U_{yy} + a(x, y)U_x + b(x, y)U_y + c(x, y)U = f(x, y) \quad (1)$$

Подобно коническим сечениям, которые подразделяются на эллипсы, параболы и гиперболы, дифференциальное уравнение второго порядка (1) классифицируется в зависимости от знака выражения $B^2 - AC$ [2]: если $B^2 - AC > 0$ в некоторых точках, то уравнение относится к уравнению гиперболического типа в этих точках; если $B^2 - AC < 0$ в некоторых точках, то уравнение относится к уравнению эллиптического типа в этих точках; если $B^2 - AC = 0$ в некоторых точках, то уравнение относится к уравнению параболического типа в этих точках. Уравнение (1) относится к дифференциальному уравнению гиперболического типа, эллиптического типа или параболического типа в области σ , если оно соответственно гиперболично, эллиптически или параболично в всех точках данной области. Для приведения уравнения к каноническому виду необходимо выполнять следующие действия:

Определяем коэффициенты $A(x, y)$, $B(x, y)$, $C(x, y)$;

Вычисляем выражение $B^2 - AC$;

Определяем тип уравнения (1) в зависимости от знака выражения $B^2 - AC$;

Записываем уравнение характеристик: $A(x, y)dy^2 - 2B(x, y)dxdy + C(x, y)dx^2 = 0$; (2)

Решаем уравнения характеристик (2). Для этого необходимо:

5.1) разрешить уравнение (2) как квадратное уравнение относительно dy :

$$dy = \frac{B(x, y) \pm \sqrt{B^2 - AC}}{A(x, y)} dx \quad (3)$$

5.2) определить общие интегралы уравнений (3):

- для случая дифференциального уравнения гиперболического типа: $\varphi_1(x, y) = C_1, \psi_1(x, y) = C_2$ (4)

- для случая дифференциального уравнения параболического типа: $\varphi_2(x, y) = C$ (5)

- для случая дифференциального уравнения эллиптического типа: $\varphi_3(x, y) \pm i\psi_3(x, y) = C$. (6)

Вводим новые переменные ξ и η в уравнение: