

3. РД 16.01–60.30.00–КТН–026–1–04. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000 – 50000 куб.м. – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2004. – 141 с.
4. Сайт компании «Гранула-Омск». http://granula-omsk.pulscen.ru/goods/6118170-granula_penopolistirola (дата обращения – 13.09.2014).

**РАЗВИТИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА
СВОЙСТВ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА НА УСТАНОВКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ
ГАЗА ОАО «САХАТРАНСНЕФТЕГАЗ»**

Е.В. Николаев

Научный руководитель доцент А.Г. Зарубин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

В «Энергетической стратегии» после 2000 г. в качестве главного приоритета по добыче топлива рассматривается природный газ, способный обеспечить более 50 % всего производства первичных топливно-энергетических ресурсов.

Основным источником электрической и тепловой энергии в промышленных регионах Республики Саха (Якутия) является природный газ. По некоторым оценкам разведанные запасы газа составляют лишь менее 20 % от того, что скрывается в якутских недрах. В процессе подготовки природного газа на газоконденсатных месторождениях Якутии выделяется значительное количество газового конденсата. Газовый конденсат является ценнейшим сырьем для развития нефтехимии. В условиях необеспеченности потребления нефтехимической продукции в России существующими мощностями, развитие нефтехимии на базе продукции газопереработки является одним из наиболее актуальных направлений развития отечественной нефтехимии. Поэтому, задача эффективной переработки газового конденсата непосредственно в Якутии, попутно добывающегося с природным газом является *актуальной* [1].

Основными потребителями газового конденсата являются предприятия как нефтехимической, так и топливной промышленности. Содержание дизельных фракций и бензинов в газовом конденсате намного выше, чем в нефти, поэтому его применяют для изготовления высококачественных бензинов, зимнего и реактивного дизельного топлива. Что касается нефтехимической промышленности, то в ней газовый конденсат используется для получения пластмасс, ароматических углеводородов, смол, волокон и т.д. При этом для безопасной транспортировки газового конденсата с месторождений до предприятий нефтехимической и топливной промышленности её необходимо подвергнуть стабилизации непосредственно после отделения от газа на УКПГ. Стабилизация конденсата может быть реализована двумя способами: сепарацией или ректификацией. Последний способ наиболее широко используется, поскольку рационально используется энергия нестабильного конденсата, и полученный стабильный конденсат отличается низким давлением насыщенных паров. Ректификационная стабилизация газового конденсата проводится чаще всего в двух колоннах, поскольку, несмотря на более высокие финансовые затраты, она более надежна в эксплуатации и более проста при управлении процессом [2].

Ректификационная колонна состоит из вертикального цилиндра с контактными устройствами (ситчатыми тарелками) внутри, ребойлера (кипятильника) и конденсатора (холодильника). Подбирая число ситчатых тарелок и параметры процесса (температурный режим, давление, соотношение потоков, флегмовое число и др.), можно обеспечить любую требуемую четкость фракционирования нефтяных смесей [3].

После выбора способа стабилизации конденсата необходимо оптимизировать работу выбранного оборудования. Одним из решений оптимизации работы оборудования является проведение мониторинга свойств выходящего потока газового конденсата и выявление зависимости изменения его свойств от работы оборудования. Но проблема заключается в том, что свойства данного продукта характеризуется очень многими параметрами (компонентный состав, ДНП, расход, содержание воды и т.п.) и человеку очень трудно увидеть зависимость изменения этого многопараметрового технологического процесса от работы оборудования. Поэтому в данной работе предлагается применить метод главных компонент, на основе которого возможно осуществить построение модели работы установки стабилизации конденсата по набору различных параметров (Principal component analysis или PCA) [4, 5].

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа Отрадинского газоконденсатного месторождения ОАО «Сахатранснефтегаз».

Предмет исследования – моделирование установки комплексной подготовки газа.

Цель данной работы – применить статистический подход к обработке данных мониторинга свойств газового конденсата на установке комплексной подготовки газа ОАО «Сахатранснефтегаз» для оптимизации температурного режима ректификационного процесса. В соответствии с поставленной целью выдвинуты следующие задачи:

усовершенствовать модель установки комплексной подготовки газа Отрадинского газоконденсатного месторождения ОАО «Сахатранснефтегаз» посредством введения установки стабилизации конденсата;

выявить зависимость работы установки стабилизации конденсата в пространстве главных компонент с использованием статистического подхода к обработке данных мониторинга свойств газового конденсата;

предложить статистический метод определения оптимального температурного режима ректификационного процесса.

Моделирование

Таблица 1

Температура, °С	Параметры технологического процесса									Пространство главных компонент	
	Пропан, мольная доля	и-Бутан, мольная доля	н-Бутан, мольная доля	и-Пентан, мольная доля	н-Пентан, мольная доля	Гексан+выш., мольная доля	Метанол, мольная доля	Расход, кг·кмоль/ч	ДНП, кПа	PC1	PC2
162	0,0034	0,0197	0,1109	0,1192	0,3478	0,3823	0,0168	0,8082	105,2	4,09	-1,82
161	0,0052	0,0207	0,1132	0,1189	0,3463	0,3789	0,0168	0,819	108,0	4,54	-2,50
160	0,0076	0,0215	0,1150	0,1186	0,3447	0,3759	0,0168	0,8304	111,1	5,07	-3,34

Результаты и их обсуждение

На основании данных из табл. 1 в программе Excel были рассчитаны значения счетов PC1 и PC2 пространства главных компонент (табл. 1) согласно [9] и построена соответствующая зависимость в координатах PC1–PC2 (рис. 2).

Из рисунка 4.2 видно, что работа установки стабилизации конденсата в пространстве главных компонент PC1–PC2 описывается зависимостью проходящей через максимум. Все точки с координатами PC1, PC2 соответствуют каждой температуре ребойлера (от 160 °С до 200 °С) и максимальное значение по PC2 (1,52) соответствует значению температуры ребойлера 182 °С, при котором давление насыщенных паров соответствует ограничению согласно ГОСТ Р 54389–2011 – 66,7 кПа, а также расход газового конденсата будет максимальным. Точки, лежащие слева от максимума, соответствуют таким значениям температуры ребойлера, при которых газовый конденсат соответствует требованиям ГОСТ Р 54389–2011, но расход его будет меньше чем при температуре точки максимума. А точки, лежащие справа от максимума, соответствуют таким значениям температуры ребойлера, при которых расход конденсата будет больше чем при температуре точки максимума, но конденсат не будет соответствовать требованиям ГОСТ Р 54389–2011. Таким образом, необходимо поддерживать температуру ребойлера в колонне депропанализации выше 182 °С, при этом чем ближе будет температура к 182 °С, тем расход стабильного конденсата будет больше.

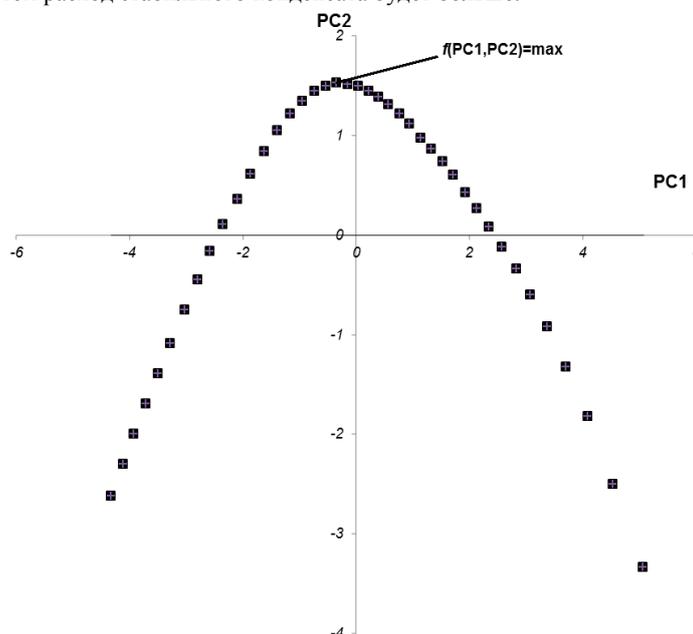


Рис. 2 График счетов PC1–PC2

Выводы:

- в программном комплексе Aspen HYSYS смоделирована действующая схема установки комплексной подготовки газа Отраднинского газоконденсатного месторождения ОАО «Сахатранснефтегаз» с введением установки стабилизации конденсата, тем самым повышена рациональность использования нестабильного конденсата;
- оптимизация работы установки стабилизации конденсата проводилась исходя из мониторинга свойств выходящего потока газового конденсата и выявления зависимости его свойств от работы оборудования, а именно температурного режима;
- установлен оптимальный температурный режим ректификационного процесса, при котором выход

стабильного конденсата максимален, а также соответствует требованиям ГОСТ Р 54389-2011;

Литература

1. Ксанф А. Нефтегазовый комплекс: проблемы и перспективы // Направление – Дальний Восток. – 2010. – №6. – Т. 14. – С. 1.
2. Иванов В.Г., Маслов А.С., Кравцов А.В. и др. Повышение эффективности технологии промышленной подготовки газового конденсата // Газовая промышленность. – 2003. – №7. – С. 54-57.
3. Ахметов С.А. Технологии глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002. – С. 194-204.
4. Deng X., Tian X. Nonlinear process fault pattern recognition using statistics kernel PCA similarity factor // Neurocomputing. – V. 121. – 2013. – P. 298–308.
5. Bakshi B. Multiscale PCA with application to multivariate statistical process monitoring // AIChE Journal. – 1998. – 44. – P. 1596-1610.
6. Руководство пользователя, Aspen HYSYS. – Aspen Technology, Inc. – 2011. – 374 p. – Режим доступа: <http://www.aspentech.com>.
7. Технологический регламент работы установки дезанизации и стабилизации конденсата Мыльджинского газоконденсатного месторождения. – Москва: ОАО «Востокгазпром».
8. ГОСТ Р 54389-2011. Конденсат газовый стабильный. Технические условия. – Взамен ОСТ 51.65-80; введ. 2012-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2012.
9. Померанцев А.Л. Хемометрика в Excel: учебное пособие. – Томск: Из-во ТПУ, 2014. – 435 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ДВИЖЕНИЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ В НЕФТИ

С.Н. Харламов, В.В. Зайковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

В настоящее время одним из наиболее распространенных методов разделения водонефтяных эмульсий на объектах нефтедобычи является обработка электрическим полем, создаваемым электродами, подключенными к источнику переменного тока промышленной частоты [1].

Необходимо отметить, что плоские и решетчатые электроды, используемые в большинстве промышленных аппаратах по разделению водонефтяных эмульсий, ввиду особенностей распределения зарядов на границах электродов, также являются источником неоднородного электрического поля. Аналогичным образом, неоднородное электрическое поле может быть создано за счет несимметричной конфигурации электродов [2].

Учитывая вышесказанное, цель данной работы состояла в: 1) построении и верификации математической модели и численного алгоритма расчета процессов движения дисперсной проводящей фазы в водонефтяных эмульсиях по действием электрического поля; 2) уяснении и оценке характера влияния сил диэлектрофореза на траекторию движения капель вследствие действия неоднородного электрического поля, создаваемого как за счет несимметричной конфигурации электродов, так и за счет краевых полей плоских электродов.

Вводя допущение об отсутствии свободных зарядов в моделируемой двумерной области, запишем его в виде [3]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

Соотношение к расчету напряженности стационарного электрического поля, исходя из определения данной величины, может быть записано для двумерного случая, как вектор [16]:

$$\vec{E} = \left\{ -\frac{\partial \varphi}{\partial x}; -\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right\} \quad (2)$$

Для моделирования движения единичной сферической несжимаемой капли воды в нефти под действием неоднородного электрического поля, необходимо определить силы, действующие на такую каплю. Ими являются: сила тяжести, сила Архимеда, сила лобового сопротивления, сила диэлектрофореза.

Таким образом, уравнения движения в проекциях на координатные оси для капли воды запишутся следующим образом:

$$m_{\text{капли}} \cdot a_y = F_{\text{плав}} + F_{\text{сопр}}^y + F_{\text{дф}}^y \quad (3)$$

$$m_{\text{капли}} \cdot a_x = F_{\text{сопр}}^x + F_{\text{дф}}^x \quad (4)$$

$$a_y = \frac{\partial v_y}{\partial t} = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (5)$$

$$a_x = \frac{\partial v_x}{\partial t} = \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} \quad (6)$$

С помощью методов численного интегрирования, в системе компьютерной алгебры Mathematica были смоделированы траектории движения одиночных капель воды.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о влиянии конфигурации электродов на траектории движения капель воды.