

В модели Нг и Робинсона [1] значения летучести рассчитывались с помощью уравнения состояния Пенга и Робинсона [1]. Это уравнение состояния применимо как к газам, так и к неводным жидкостям. Кроме того, параметры модели были незначительно скорректированы, чтобы учесть переход к уравнению Пенга-Робинсона.

Следует отметить, что более поздние версии метода Пэрриша и Праусница были также приспособлены для выполнения расчетов систем, в состав которых входят жидкие гидратообразующие вещества.

Вычисления:

Для решения задачи необходимо произвести вычисления для условно выбранного типа гидрата. Используя приведенные выше уравнения, необходимо вычислить величину изменения свободной энергии в этом процессе. Эти вычисления выполняются путем последовательного приближения до тех пор, пока не будет найдено решение, удовлетворяющее условию [3]:

$$\mu^H - \mu^A = 0$$

При фазовом равновесии химические потенциалы двух фаз должны быть равны. Для чистых компонентов, если тип образующегося гидрата известен, вычисления на этом заканчиваются (при условии, что тип гидрата был изначально выбран правильно). Затем нужно повторно произвести вычисления для другого типа гидрата при заданной температуре и ранее вычисленном значении давления. Если результат этих вычислений удовлетворяет условию:

$$\mu^H - \mu^A > 0,$$

то первоначально выбранный тип гидрата является стабильной формой, и вычисления на этом заканчиваются. Если разность химических потенциалов окажется меньше нуля, то тип гидрата, первоначально выбранный для вычислений, является нестабильным. В этом случае следует повторно выполнить цикл итераций для другого типа гидрата. После нахождения решения вычисления заканчиваются. [3]

Литература

1. Бойко С.И., Литвиенко А.В. Сепарационная техника для систем сбора, подготовки и переработки нефтяного газа // Газовая промышленность. – Москва, 2013. – № 10. – С. 85 – 87.
2. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование. – М.: Недра, 1986. – 240 с.
3. Бучинский С.В. Управление тепловыми режимами гидратообразования с учетом конструктивных особенностей промысловых трубопроводов: Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – Тюмень, 2002г. – 19 с.
4. Джон Кэрролл. Гидраты природного газа. – М.: ЗАО «Премииум Инжиниринг», 2007. – 316 с.
5. Совершенствование сепарационного оборудования за счет применения новых контактных устройств Технология // Газовая промышленность. – Москва, 2016. – № 7-8. – С.56 – 60.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ДИССОЦИАЦИИ ГИДРАТОВ НА ТЕПЛОВОЙ АЭРОМЕХАНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

П.В. Волков

Научный руководитель - профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Введение

В самом широком смысле гидратами называют химические соединения, в состав которых входит вода. Так, например, существует класс неорганических соединений, называемых «твердыми гидратами». Они представляют собой твердые вещества с ионным типом связей, в которых ионы окружены молекулами воды и образуют твердое кристаллическое тело. В нефтяной и газовой промышленности газовые гидраты являются фактором негативным, так как сильно усложняют добычу, транспортировку и подготовку углеводородного сырья. При определенных термобарических условиях гидраты осаждаются и накапливаются на стенках сосудов, трубопроводах и в полостях арматуры. Это приводит к их износу и увеличению гидравлического сопротивления, а, следовательно, и повышению энергетических затрат. Присутствие гидратов в аппаратах подготовки газа, конденсата, нефти и другого углеводородного сырья ухудшает технологический процесс, делают режим подготовки нестабильным, что отражается на качестве конечного продукта. [3]

Для того, чтобы эффективно бороться с отложениями гидратов, необходимо уметь правильно и комплексно рассчитывать параметры их образования и диссоциации в каждом отдельном случае. При этом систему расчета делать дифференциальной, так как такие параметры как состав, температура, давление, объемный расход сырья крайне непостоянны. Необходимо иметь детальную физико-математическую модель, которая будет решать множество задач, связанных с различными условиями эксплуатации и разработки нефтяных и газовых месторождений. [4]

Установка для теплофизического воздействия для предотвращения гидратообразования

Подробное описание принципа работы и устройства установки изложено в предыдущей статье [1]. На (рис.1) представлен общий вид экспериментальной установки с обозначением элементов. В настоящее время были

проведены эксперименты с дисперсностью реагента в 1,5-2 мм при скорости потока от 2 до 5 м/с с расходом до 15 м³/ч. Минимальное время нагревания температуры теплоносителя форбункера составило 15 секунд. По результатам исследований будут произведены расчеты потерей тепла, даны рекомендации по изменению мощности и типу теплоносителя, будут проанализированы термобарические параметры смеси и максимальная дисперсность частиц, которая может проходить через установку. Основные задачи, которые решались в рамках физического моделирования экспериментальной установки:

- расчет подачи гидратов на установку, обеспечивающие их смешение и максимальную степень улавливания в результате прохождения через циклон;
- определение тепловых и газодинамических потоков внутри аппарата и оптимальных конструктивных параметров установки;
- определение оптимальных рабочих параметров работы установки - температуры, давления, расходов исходных гидратов, температуры и давления на установке и другие характеристики, влияющие на процесс удаления гидратов;
- выдача рекомендаций к проектированию опытного аппарата.

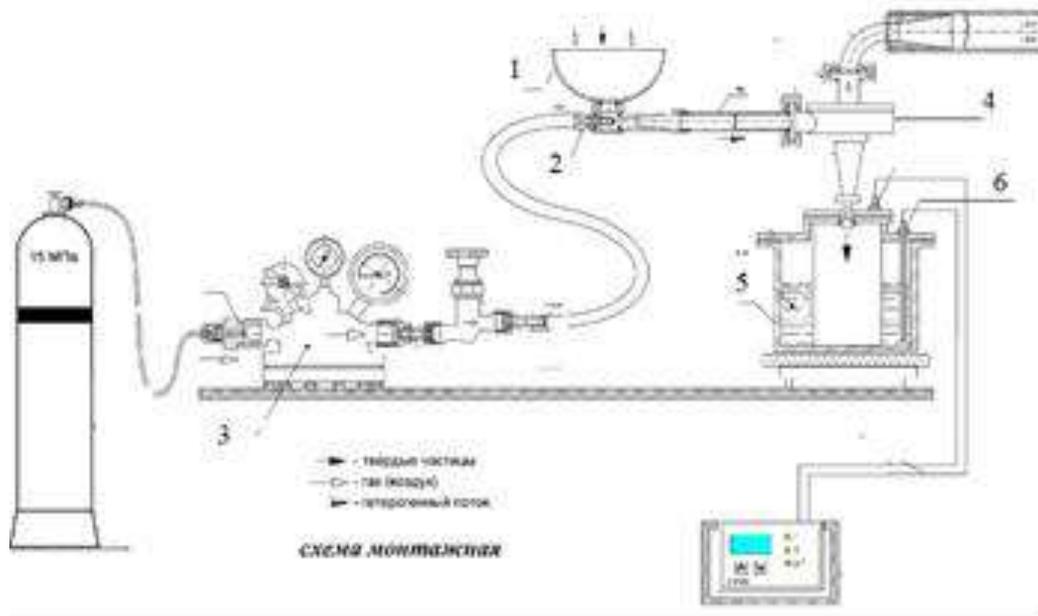


Рис. 1 Экспериментальный стенд улавливания гидратов: 1 – воронка приемная; 2 – эжектор; 3 – регулятор давления; 4 – циклон; 5 – форбункер; 6 – датчик температуры

Экспериментальные исследования

Эксперимент с постоянным давлением подачи $P=1$ атм., с постоянным коэффициентом эжекции, с массой льда $m=150$ г с дисперсностью 2-4 мм, с диаметром сопла $d=4$ мм. Температура воздуха в форбункере и температура теплоносителя также остается неизменным. Узнаем массу вылетевшего льда после прохождения циклона. Результаты занесены в (табл.).

Таблица

Результаты эксперимента с постоянным давлением на входе в установку и постоянным коэффициентом эжекции

Лс, мм	Концентрация частиц, г/с	t_1 воздуха форбункере, С°	t_2 теплоносителя, С°	m, масса вылетевшего льда после прохождения циклона, г
4	2,50	45	65	~1,69
	1,66			~1,42
	1,25			~1,23
4	2,50	45	65	~2,12
	1,66			~1,86
	1,25			~1,56
4	2,50	45	65	~2,87
	1,66			~2,43
	1,25			~1,98

По результатам эксперимента видно, что данная экспериментальная установка удаляет лед на >98,09% в зависимости от концентрации и давления подачи газа. Графическое отображение результатов эксперимента отобразим на (рис. 2).

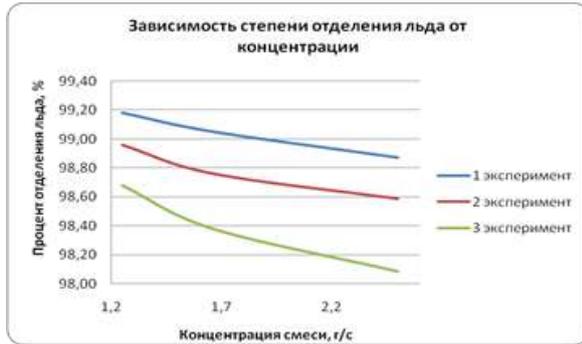


Рис. 2 Результаты эксперимента по отделению льда из потока газа

Выводы. В настоящее время на базе Томского политехнического университета разработан экспериментальный стенд для удаления механических примесей из потока газоконденсатной смеси аэромеханическими методами. Проводятся эксперименты для правильной настройки аппарата и создания прототипа для промышленного использования. В данной работе были проанализированы результаты экспериментов. Основной целью данных опытов была необходимость имитации движения потока газа в трубе в реальных условиях и возможность отделения льда из данной смеси (в реальных условиях – гидрата). Была проанализирована работоспособность разработанной установки опытным путем. Элементы льда из потока газа были удалены более чем на 98%, что показывает

эффективность работы установки во всех режимах. В настоящее время по результатам экспериментов проводятся дополнительные настройки аппарата для отделения 99,9 % примесей при минимальных и средних концентрациях льда. Также произойдет расчет теплообменника для достижения условия $\Delta t \rightarrow 0$ при восстановлении температуры теплоносителя. [4]

Литература

1. Волков П.В., Большунов А.В., Зятиков П.Н., Исследование и комплексное применение гидроаэромеханических методов для предотвращения гидрат образования при подготовке газа. Учебное пособие. Успехи современного естествознания, №9, 2017, 100 с.
2. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование. Учебное пособие. – М.: Недра, 1986. – 240 с.;
3. Джон Кэрролл. Гидраты природного газа. Учебное пособие. – М.: ЗАО «Премиум Инжиниринг», 2007. – 316 с.
4. Мустафаев А.М., Гутман Б.М. Теория и конструкция гидроциклона. Учебное пособие. – М.: Недра, 1986. – 172 с.;

ОГРАНИЧЕНИЕ ВОДОПРИТОКА В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ф.А. Гасанов

Научный руководитель - доцент Ю.Н. Орлова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ограничение притока воды в нефтяные скважины осуществляется путем проведения водоизоляционных работ. Основное их назначение – изоляция путей поступления воды в скважину с целью ограничения водопритоков, что приводит к снижению эксплуатационных затрат и увеличению добычи нефти.

Добываемую воду разделяют на 2 типа. К первому типу относят воду, которая поступает из нагнетательных скважин или из активных водоносных горизонтов, вносящих свой вклад в вытеснение нефти из пласта. Ко второму типу относят воду, поступающую в скважину и добываемую без нефти или с нефтью в объеме, не достаточном для покрытия расходов, связанных с ее утилизацией - т.е. объем воды превышает экономический предел, определяемый критическим ВНФ. Причины появления воды второго типа в каждой отдельной скважине могут быть разнообразны. В таблице представлены 8 базовых причин поступления лишней воды. Представленная здесь классификация типов проблем, связанных с водопритоками, упрощена, и на самом деле возможно большое число их комбинаций. [3]

Таблица

Основные типы проблемы избыточных водопритоков

Проблемы	Причины	Пути решения для скважин	
		Вертикальных	Горизонтальных
1	2	3	4
1. Негерметичность обсадной колонны, НКТ или пакера.	- старение фонда скважин; - технологические причины; - коррозия.	- применение изолирующих жидкостей и использование пробок, цементных мостов и пакеров; - применение пластырей.	
2. Заколонные перетоки.	- низкое качество цементного камня; - пустоты в заколонном пространстве.	- применение изолирующих тампонажных жидкостей.	
3. Движение водонефтяного контакта (ВНК).	- очень низкая вертикальная проницаемость.	- заглушка нижних отверстий перфорации с использованием механических систем.	- зарезка второго горизонтального ствола.