

ВЫБОР СПОСОБА ПРИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГИДРАТОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА И КОНДЕНСАТА

П.В. Волков

Научный руководитель профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Газовые гидраты – это кристаллические соединения, которые образуются при определённых термобарических условиях из капельной влаги и газа. Природные газовые гидраты представляются в виде метастабильных минералов, образование и разложение которых зависит от температуры, давления, химического состава газа и воды, свойств пористой среды. [1] В настоящее время для борьбы с гидратами используют метанол. При добыче углеводородов в промышленных масштабах данный метод является наиболее эффективным, так как является самым дешевым. [2]. Метанол очень токсичен, после его выведения из системы его утилизируют в окружающую среду или в скважины для закачки в пласт. Это является крайне вредным влиянием на окружающую среду. Актуальность темы заключается в том, что на данный момент нет устройств, которые разрушают гидраты теплофизическим воздействием, что является намного эффективней и экономичней. Так, предлагаемая установка будет использовать энергию движения потока для разрушения и уменьшения дисперсности кристаллов гидратов и завихрения потока, а также дополнительно нагрева данных кристаллов. При опытной настройке и подборе оптимального наклона лопаток и площади контакта с тепловой ванной можно полностью исключить образование гидратов или исключить их вредное воздействие на установку подготовки газа и конденсата, а также нефти. Это исключит необходимость применения закачки метанола на точках впрыска по всей системе завода. На примере газового месторождения Томской области суточный расход метанола составляет 2–3 т/сут.

Условия образования гидратов зависят от состава природного газа. При увеличении молекулярной массы индивидуального газа или смеси газов, а также при достижении больших значений давления и соблюдении условия постоянства температуры наиболее вероятно образование гидратов. В большинстве случаев процесс гидратообразования протекает на границе раздела фаз газ – вода при условии полного насыщения природного газа влагой. Однако эти же процессы могут спокойно протекать и в условиях недонасыщения природного газа парами воды. В связи с этим возникает необходимость прогнозирования интенсивности возникновения и мест образования и гидратов в системах добычи, подготовки и транспорта газа. [3]. На рисунке 1 изображены условия образования газовых гидратов для различных компонентов.

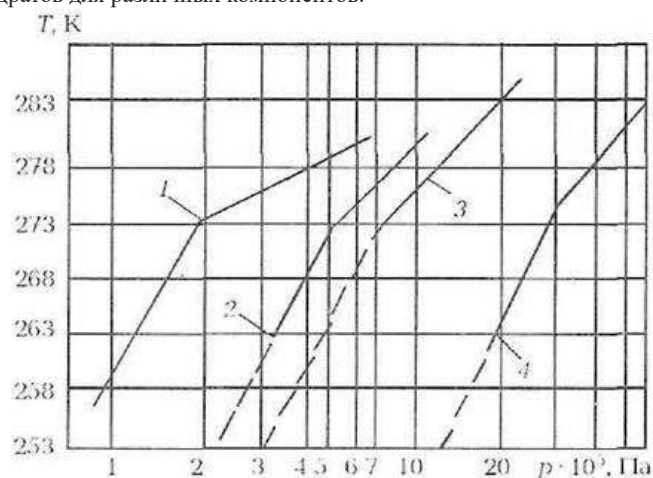


Рис. 1. Условия образования некоторых гидратов (с газом: 1 - пропан, 2 - этан, 3 - природный газ, 4 - метан) [1]

В данной работе представлен механизм воздействия на гидратообразование. Газовые гидраты могут препятствовать прохождению потока, что повлечет за собой остановку, как основного, так и смежного оборудования. Для решения этой проблемы используют введение метанола, что не всегда помогает и в то же время является сильнейшим воздействием на окружающую среду, так как после его выведения из системы, метанол закачивают в пласт вместе с техническими жидкостями. Рассматриваемая система имеет теплофизический способ воздействия, что исключит необходимость подачи метанола для предотвращения гидратообразования. В рассматриваемом примере температура потока составляет минус 3 °С, а давление – 20 атм.

Рассмотрим устройство и принцип работы оборудования. На рисунке 2 изображена принципиальная схема работы предлагаемой установки.

1. Вход газоконденсатной смеси в установку, содержащей гидраты различной дисперсности
2. Датчик температуры и давления потока
3. Датчик температуры теплоносителя
4. Заливное отверстие теплоносителя
5. Выступы для первичного разрушения гидратов

6. Теплоноситель
7. Завихритель-разрушитель
8. Нагревательный тен
9. Регулятор температуры теплоносителя
10. Приборы КИПиА для автоматической работы системы
11. Выход смеси газа и конденсата из установки

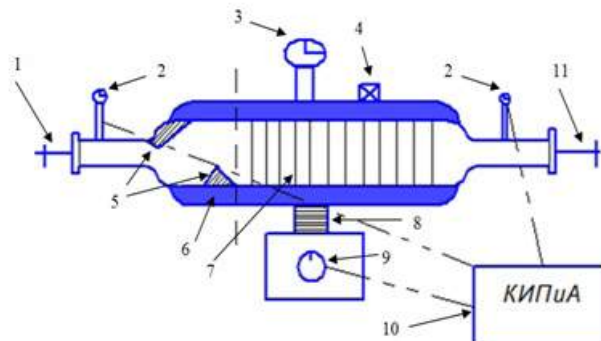


Рис. 2. Схема технологической сборки для теплофизического воздействия и предотвращения гидратобразования

Рассмотрим составные части технологической сборки, встраиваемой в основную линию газожидкостного потока, для предотвращения образования гидратов. Установка состоит из приемной секции для перенаправления потока, размельчения крупных гидратов, завихрения потока (для увеличения площади контакта измельченных гидратов с нагревательным элементом) и нагревающей секции, которая представлена тепловой ванной. Внутренние полости ванны наполнены тосолом, которые нагреваются тенем.

Краткий обзор работы схемы: газожидкостный поток, идущий по трубе ударяется о верхний выступ в форму полудуги, далее о нижний в форме полудуги (размельчаются все гидраты в потоке), далее в завихрителе в форме выступа по инерции кристаллы гидратов располагаются в околостенном пространстве, где, проходя через тепловую ванну, разрушаются тепловым воздействием окончательно.

Технологические особенности внедрения установки

При расчете необходимого количества теплоты (совершаемой работы) для установки были получены входные данные: $P = 30 \text{ атм}$, $Q = 40000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $D = 400 \text{ мм}$, $t = -3 \text{ }^\circ\text{C}$. Для разрушения гидратов необходимо нагреть их на $3 \text{ }^\circ\text{C}$ и расплавить. Необходимое количество энергии рассчитано в формуле (1).

$$Q_{\text{гидр}} = C_{\text{гид}} \cdot m_{\text{гид}} \cdot \Delta t + \lambda \cdot m = 2226 \cdot 36 \cdot 3 + 306000 \cdot 36 = 11256408 \text{ Дж (12,2 МДж)}, \quad (1)$$

где: $C_{\text{гид}}$ – удельная теплоемкость газовых гидратов;

$m_{\text{гид}}$ – масса гидратов;

Δt – изменения температуры;

λ – удельная теплота плавления газовых гидратов.

При правильной настройке прибор КИПиА (контрольно-измерительных приборов и автоматики) можно установить необходимый объем передачи количества тепла и исключения гидратообразования. Это даст возможность бесперебойной работы оборудования и исключения подачи метанола на установку, что, в свою очередь, уменьшит количество метанола, которое необходимо утилизировать в окружающую среду и в пласт.

Потери энергии на теплообмен с окружающей средой исключены, так как трубопровод и технологическая сборка изолированы и обогреваются греющим кабелем.

Литература

1. Бухгалтер Э.Б. Метанол и его использование. – М.: Недра, 1986. – 240 с.
2. Бучинский С.В. Управление тепловыми режимами гидратообразования с учетом конструктивных особенностей промышленных трубопроводов: Автореферат. Дис. канд. геол.-минер. наук. – Тюмень, 2002. – 19 с.
3. Ахмедов М.И. Технология очистки метанолсодержащих сточных вод нефтегазоконденсатных месторождений // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2016. – № 5. – С. 106–108.