

СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТОВ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ УРЕНГОЙСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ESSENCE AND FEATURES OF FORMATION OF HYDRATES AND METHODS OF STRUGGLE WITH THEM IN THE CONDITIONS OF THE URENGOY GAS CONDENSATE FIELD

Авторы: Газдиев Амаль Идрисович (Тюменский Индустриальный Университет)

Аннотация: 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 статье автор раскрывает сущность гидратов, условия их образования и способы борьбы с гидратообразованиями в условиях Уренгойского газоконденсатного месторождения.

Ключевые слова: газоконденсатное месторождение, осложнения, гидратообразование, ингибитор, борьба с гидратообразованиями.

Annotation: In the broadest sense, hydrates are chemical compounds that contain water. For example, there is a class of inorganic compounds called «solid hydrates». They are solid substances with an ionic bond type, in which the ions are surrounded by water molecules and form a solid crystalline body. In the article, the author reveals the essence of hydrates, the conditions of their formation and ways to combat hydrate formation in the conditions of the Urengoy gas condensate field.

Keywords: gas condensate field, complications, hydrate formation, inhibitor, fight against hydrate formation.

Газовые гидраты – твердые кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из водного раствора, льда, водяных паров и низкомолекулярных газов. По внешнему виду напоминают лед или снег. При давлениях до 10 – 30 МПа гидраты образуются до температур +20 – 25 °С, но типичные температуры существования – ниже +15 – 20 °С.

Гидратообразования по структуре представлены каркасом, решеткой хозяина, в которой имеются полости, в данные полости внедряются молекулы газа, «гости», и связываются Ван-дер-ваальсовыми связями. Таким образом, образуются кристаллические соединения.

По принятой классификации основными структурами газовых гидратов являются Кубическая I (KC-I), Кубическая II (KC-II) и Гексагональная III (ГС-III). В настоящее время установлено, что индивидуальные газы CH₄, CO₂, H₂S, Xe, CF₄, C₂H₆, C₂H₄ при низких давлениях образуют гидраты структуры KC-I, а газы Ar, Kr, O₂, N₂, C₃H₈, i-

C4H10 – структуры КС-II.

Область существования гидратов находится слева от кривых I и IV. Точки p_k и p_k' называются, соответственно, верхней и нижней критическими точками гидратообразования. Таким образом, при установке одного какого-нибудь параметра, например, температуры, можно однозначно определить другой – давление.

Одними из наиболее важных свойств гидратов являются: давление разложения при температуре 0°C ($p_T=0$), температура разложение при абсолютном давлении 1 атм ($T_p=1$), теплота образования гидратов из газа и жидкой воды (ΔH_1) и из газа и льда (ΔH_2), верхняя критическая точка разложения гидрата ($T_{кр}$, $p_{кр}$).

Газовые гидраты при добыче нефти, газа и газового конденсата образуются либо в призабойной зоне скважины, либо в самом стволе скважины.

В первом случае гидраты закупоривают поры коллектора, тем самым понижая проницаемость, во втором случае гидраты, отлагаясь на стенках скважины, уменьшают проходное отверстие и снижают пропускную способность скважины. Также, в единичных случаях кристаллы могут образовываться в устьевом оборудовании, например, обратном клапане в случае раздельной добычи нефти и газа из одной скважины, тем самым противодействуют нормальной работе оборудования [4].

Для образования гидрата необходимы следующие три условия:

- 1 Благоприятные термобарические условия. Образованию гидратов благоприятствует сочетание низкой температуры и высокого давления;
- 2 Наличие гидратообразующего вещества (метан, этан, двуокись углерода и др.);
- 3 Достаточное количество воды. Воды не должно быть слишком много, или слишком мало.

Методы борьбы с гидратообразованиями классифицируются следующим образом:

- 1 Химические (ингибиторные) подразделяются на:
 - а. ингибиторы гидратообразования (термодинамические и кинетические);
 - б. ингибиторы гидратоотложения (многофазный транспорт продукции газоконденсатных и газонефтяных скважин в режиме гидратообразования);
- 2 Технологические заключаются в поддержании безгидратных режимов;
- 3 Физические в свою очередь подразделяются на:
 - а. тепловые;
 - б. физические поля – акустические, СВЧ;

в. механические.

Данная классификация представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Методы борьбы с техногенным гидратообразованием в газопромысловых и газотранспортных системах

Физические и технологические методы не нашли большого применения в практике, в отличие от применения ингибиторов.

С целью более детального описания ингибиторов гидратообразования разделим их на три класса:

1 Термодинамические ингибиторы – вещества, изменяющие активность воды и тем самым, сдвигают трехфазное равновесие «газ-водная фаза-газовые гидраты» в сторону более низких температур. К ним относятся алифатические спирты, гликоли и водные растворы неорганических солей;

2 Кинетические ингибиторы – предотвращают на некоторое время процесс зародышеобразования гидратов и замедляют рост жизнеспособных центров кристаллизации;

3 Реагенты, замедляющие рост газогидратных агломератов за счет блокировки жидкой водной фазы, предотвращая контакт «газ-вода» [1].

В настоящее время существуют следующие виды термодинамических

ингибиторов:

- а) водные растворы электролитов
- б) антигидратные реагенты на базе гликолей
- в) метанол и некоторые составы на его основе

В качестве кинетического ингибитора применяют водорастворимые полимеры низкой молекулярной массы (500-1000) с концентрацией 0,5-1 мас. % определенными преимуществами:

- сокращение эксплуатационных затрат; более высокий уровень экологичности;
- отсутствие необходимости регенерации отработанных растворов; возможность переоборудования существующих систем ввода метанола; сокращение затрат на транспорт и хранение ингибиторов.

Применение кинетических ингибиторов в условиях России ограничено следующим:

- ограничения на вязкость раствора, поэтому концентрация не должна превышать 2%;
- температура замерзания раствора близка к 0°С, что ограничивает применение в условиях Крайнего Севера;
- совместимость с пластовой минерализованной водой и нестабильным конденсатом;
- недостаточная надежность подхода ингибирования.

К ингибиторам гидратоотложений относятся антигидратные составы, которые препятствуют отложению гидратов. Такие методы близки к методам борьбы с соле- и парафиноотложениями. Механизм действия агентов заключается в «блокировке» водной фазы в потоке, тем самым резко уменьшается рост гидратных частиц. По химическому составу смесь ингибиторов гидратоотложений включает в себя поверхностно-активные вещества и диэтиленгликоль. ПАВ представлены метил- и этилсиликонатом натрия. При применении данных ингибиторов существует риск пенообразования, что может привести к интенсификации процесса гидратообразования.

Таким образом, рассмотрев методы борьбы и предупреждения гидратообразования в системах добычи, подготовки и транспортировки природного газа можно сделать вывод о том, что основным методом предупреждения гидратообразования и гидратоотложения является использование ингибиторов.

Хотя традиционно используемым является метанол, ввиду его небольшой стоимости и простоты применения, в настоящее время разрабатываются более

технологичные кинетические ингибиторы.

Список литературы:

1. Истомин, В.А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа / В.А. Истомин. – Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. – 252 с.
2. Шагитов, Р.Р. Разработка комплексных технологий для борьбы с гидратообразованием и интенсификации добычи нефти и газа (на примере Ванкорского месторождения): дис. ... канд. тех. наук.: 25.00.17 / Р.Р. Шагитов. – Уфа, 2012. – 137с.
3. A new technique to solve gas hydrate problems in subsea christmas trees: SPE/ L.C.C.Marques, C.A. Redroso. – 6 p.
4. Hydrate problems in gas lift production: Experiences and integrated inhibition program: Kuwait International Petroleum Conference, 14-16 December 2009/ A. Nengkoda, A. Harthy. – Kuwait, 2009. – 9 p.