

Рис. Классификация по подбору конфигураций интегрированных моделей

Литература

1. Повышев К. И. и др. Интегрированная модель как фундамент для выбора способа эксплуатации на месторождении с высоким содержанием газа // Экспозиция нефть газ. – 2019. – №. 4 (71). – С. 60-63.
2. Филиппов Е. В. и др. Применение интегрированного моделирования в нефтегазовой отрасли // Недропользование. – 2020. – Т. 20. – №. 4. – С. 386-400.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ГАЗА И РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО РАСХОДА МЕТАНОЛА ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НА ЯМБУРГСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Киселева Д.К.

Научный руководитель доцент Л.В. Шишмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Распространенным способом борьбы с гидратами при добыче газа является использование ингибиторов, а именно введение метанола (CH_3OH) в транспортируемый газовый поток. В нашей стране наибольшее распространение CH_3OH получил на месторождениях, расположенных за Полярным кругом. В других странах чаще всего применяют моноэтиленгликоль (МЭГ) [3]. ООО «Газпром добыча Ямбург» применяет метанол по следующим причинам: легкая смешиваемость с газом из-за его высокого давления паров, низкой температуры замерзания (до минус 90 °С), малой вязкости, слабой коррозионной активности, сравнительно низкой стоимости, высокой эффективности в качестве ингибитора гидратообразования.

К недостаткам применения метанола относятся высокая токсичность, потери с товарным газом (до 0,4 г/м³), пожарная опасность, возможность выпадения солей при контакте с минерализованной пластовой водой, ускорение роста гидратов при водометанольном растворе недостаточной концентрации, высокая упругость паров.

Метанол при взаимодействии с паром и влагой образует смесь спирта и воды, которая имеет температуру замерзания ниже 0 °С. Эффективность метанола заключается в снижении содержания влаги в потоке газа и снижении температуры точки росы.

Наибольший эффект применения метанола в качестве ингибитора гидратообразования достигается в случае его применения для предупреждения гидратообразования, а не для борьбы с уже отложенными скоплениями гидратов. Метанол вводят в газовый поток, обеспечивая его слияние с транспортируемой средой [2].

На УКПГ 1-В ЯНГКМ метанол применяется не только для закачки в скважины, но и в технологии подготовки добытого газа. Подача осуществляется практически перед каждой ступенью, где будет происходить охлаждение как в зимний период времени, так и в летний. Минерализованная вода, присутствующая в подготавливаемом газе, приводит к коррозии и эрозии лопаток турбины турбодетандера, поэтому жидкость из газового потока перед подачей

на детандер должна быть удалена, а газ – должен быть насыщен метанолом для обеспечения безгидратного режима работы оборудования.

На рисунке 1 представлена упрощенная технологическая схема УКПГ-1В для газового потока, на которой отмечены точки подачи метанола на первой и второй очереди.

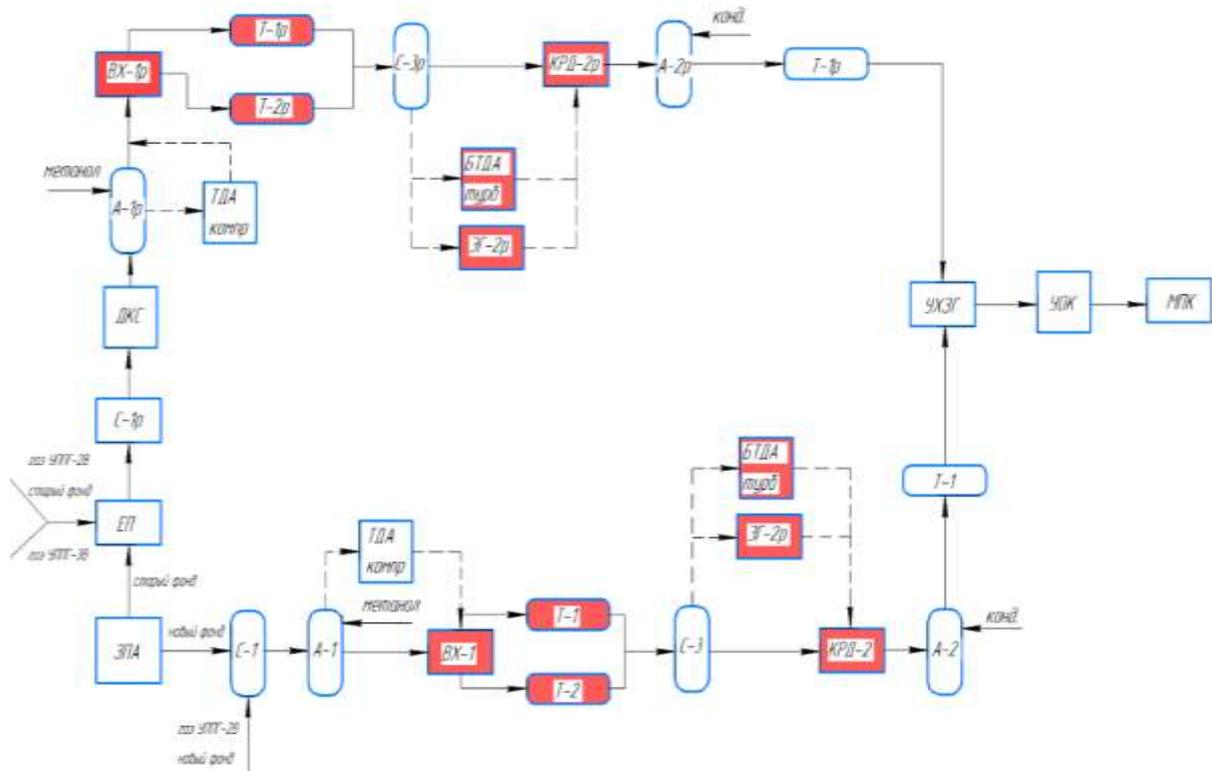


Рис. 1. Упрощенная технологическая схема УКПГ-1В Ямбургского НГКМ

Рассмотрим определение удельного расхода метанола для недопущения образования газовых гидратов после узла дросселирования.

Перед дросселем газа КРД-2р газовый поток находится под давлением 7,5 МПа и температурой минус 10 – минус 2 °С. Однако при $P = 3,4$ МПа образование гидратов возможно до температуры 12,5 °С (рис. 2) [4]. При давлении 3,4 МПа (35 кг/см²) и температуре 12,5 °С, удельный расход ингибитора, необходимого для насыщения жидкой свободной воды и газовой фазы, рассчитывается по формуле 1.

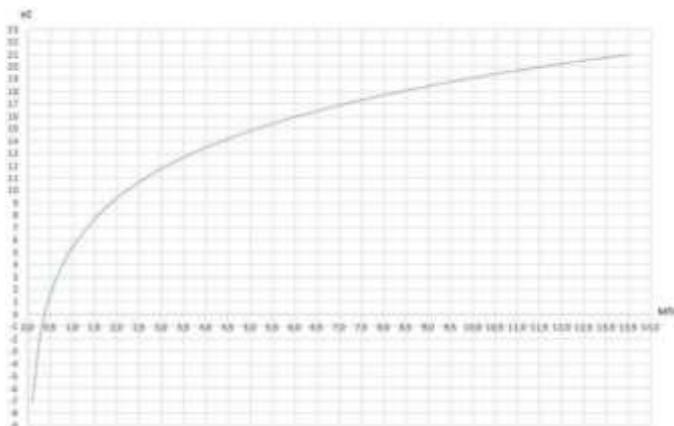


Рис. 2. Температура гидратообразования газа нижнемеловых залежей Ямбургского НГКМ от давления

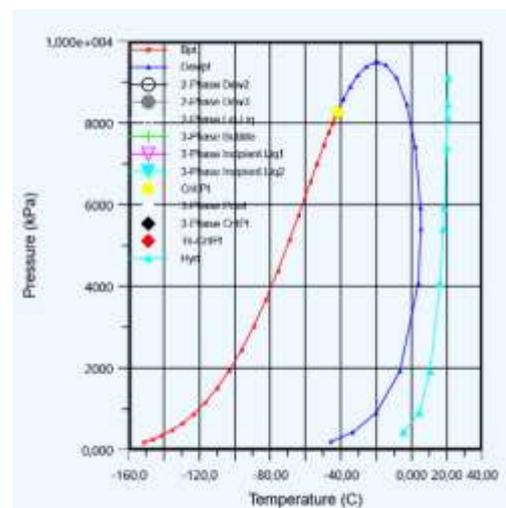


Рис. 3. Фазовая диаграмма газа

$$q_u = \frac{(W_1 - W_2) \cdot C_2}{C_1 - C_2} + 0,001 \cdot C_2 \cdot \alpha, \text{ кг/1000 м}^3 \quad (1)$$

где α – отношение содержания метанола в газе, необходимого для насыщения газа [1], к концентрации метанола; W_1, W_2 – влагосодержание газа до ввода ингибитора и в измеряемой точке, кг/1000 м³; C_1, C_2 – массовая концентрация свежего и отработанного ингибитора, %.

Тогда удельный расход СН₃ОН, необходимый для разложения гидратов, составит 0,2 кг/1000 м³, что будет соответствовать при расходе газа 300 тыс. м³/ч часовому расходу – 2,5 кг/ч.

Оценим влияние дросселирования газа на образование газовых гидратов в подготавливаемом газе.

В качестве исходных параметров для точки КРД-2р (рис. 1) был выбран адаптированный состав газа в процессе моделирования в среде Aspen HYSYS V10: метан 83,7 %; этан 7,1 %; пропан 2,8 %; и-бутан 2,2 %; и-пентан 1,2 %; углекислый газ 2,6 %; сероводород 0,4 %.

Поток газа до дросселирования находится под давлением 7,5 МПа и температурой минус 10 °С, после дросселирования – 3,4 МПа и температура минус 32,08 °С. Результаты моделирования показали вероятность возникновения гидратов типа II в выходящем потоке (рис.3). Необходимо принять меры по предотвращению гидратообразования в данной области системы. Для этого введем метанол с объемным содержанием воды 0,08 %, температурой 20 °С и расходом 2,5 кг/ч (рис. 4).

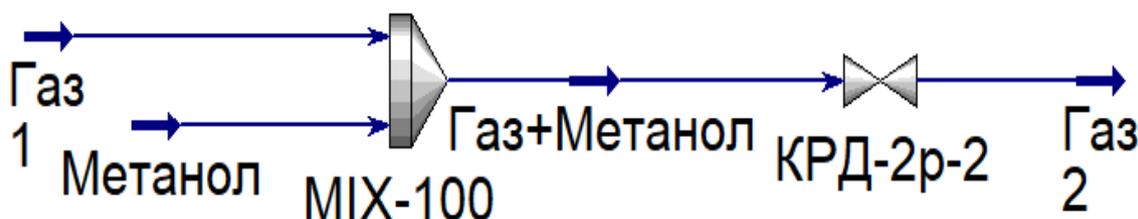


Рис. 4. Модель процесса дросселирования

Давление газа после дросселирования 3,4 МПа и температура минус 26,34 °С. В данном случае отсутствуют гидраты I и II типа. Построенная модель позволяет своевременно диагностировать возможные очаги возникновения газогидратов и доказывает эффективность применения метанола в данных условиях. Проведен анализ эффективности борьбы с гидратообразованием при вводе в поток газа водометанольного раствора различной концентрации. Метанол с объемным содержанием воды 0,08 % является эффективным ингибитором гидратообразования. Рассчитана и подтверждена моделированием допустимая концентрация водометанольного раствора для недопущения гидратообразования. Установлено, что водометанольный раствор с содержанием воды 15 % также обладает достаточной эффективностью для предотвращения образования гидратов в исследуемом узле технологической схемы. Предельное значение содержания воды в водометанольном растворе – 54 %, при содержании воды более 55 % начинается процесс образования гидратов II типа в потоке газа после дросселирования.

Литература

1. Дегтярев Б. В., Бухгалтер Э. Б. Борьба с гидратами при эксплуатации газовых скважин в северных районах //М.: Недра. – 1976. – Т. 198. – С. 5.
2. Кэрролл Д. Гидраты природного газа. – 2007.
3. Сергеева Д. В. и др. Моноэтиленгликоль как ингибитор газовых гидратов: термодинамический анализ //Вести газовой науки. – 2021. – №. 2 (47). – С. 155-163.
4. Технологический регламент эксплуатации участка комплексной подготовки газа Газового промысла № 1В. – М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2018. – 328 с;