

4. Турицына М. В. Гидродинамическое обоснование применения газожидкостных смесей для вскрытия пластов с аномально низкими давлениями: автореферат дис. ... кандидата технических наук – Санкт-Петербург, 2003 г.

## ВЛИЯНИЕ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАСЫЩЕННЫХ РАСТВОРОВ ГЛИКОЛЕЙ

Кулаков М.В.

Научный руководитель - доцент Л.В. Шишмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Осушка газа является одним из немаловажных этапов процесса его подготовки. На большинстве месторождений северной части России для этой цели применяется абсорбционная технология. Наиболее распространенным абсорбентом считается диэтиленгликоль (ДЭГ), но также применяется и триэтиленгликоль (ТЭГ). В результате процесса абсорбции получается не только подготовленный газ, но и насыщенный водой и компонентами газа раствор гликоля, который поступает на регенерацию для возможности повторного его использования.

В процессе эксплуатации любого месторождения рано или поздно возникает ситуация, когда давление сырьевого потока, зависящее напрямую от пластового давления, начинает снижаться. Особенно это сказывается на газовых месторождениях, для которых отсутствует этап постоянных максимальных отборов газа. Для них, после наращивания объемов добычи до максимального значения происходит снижение как объемов добываемого сырья, так и давления потока. В результате, значительная часть времени эксплуатации газовой залежи или месторождения происходит при постоянном снижении пластового давления. Снижение давления добываемого природного газа влечет повышение его равновесной влагоемкости, а также больший вынос механических примесей. Важность задачи поддержания качества подготовки газа повышается. В связи с этим актуален вопрос изучения изменения свойств осушающих реагентов в условиях проведения процесса абсорбционной осушки газа при разных давлениях.

Целью данной работы является анализ изменений реологических свойств осушающего реагента на выходе из абсорбера в процессе эксплуатации залежи. В качестве осушающего реагента выбраны ди- и триэтиленгликоль. Отслеживание изменений произведено на основе модели технологической схемы подготовки природного газа, построенной в моделирующей системе «Honeywell UniSim Design Suite», изображенной на рисунке 1.

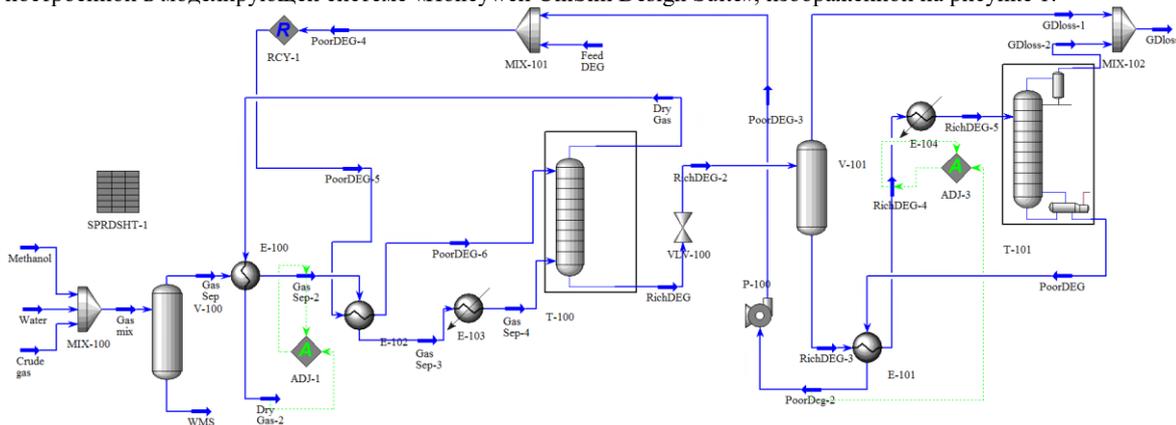


Рис. 1 Модель технологической схемы абсорбционной осушки газа в UniSim Design R460

V-100 – Пробкоуловитель; E-100, 101, 102, 103, 104 – Теплообменники; T-100 – Колонна абсорбции; T-101 – Колонна регенерации гликоля

В качестве исходного сырьевого потока был принят газ следующего состава и характеристик:

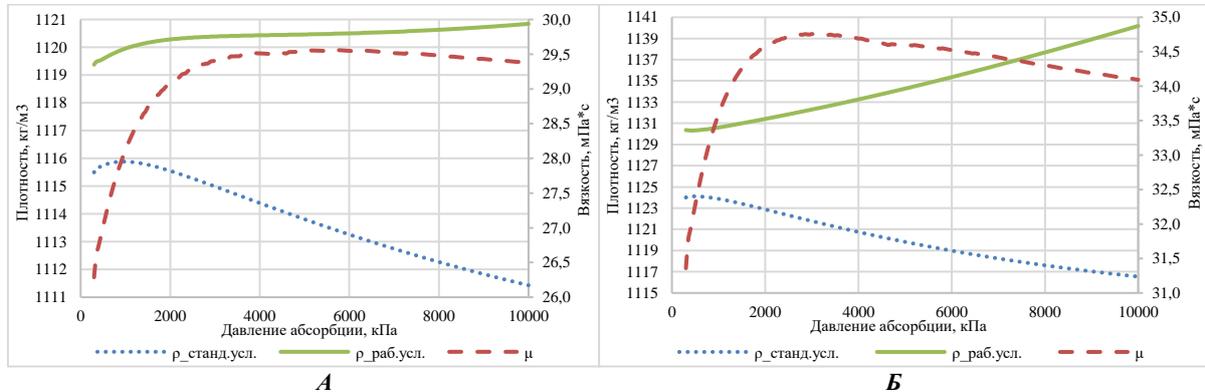
Таблица

Состав (% мол.) и характеристики сырьевого потока газа

| CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | C <sub>6+</sub> | N <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | CH <sub>2</sub> O, г/м <sup>3</sup> | C <sub>SH3OH</sub> , г/м <sup>3</sup> | T, °C | Q, кмоль/ч |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------|------------|
| 91,06           | 3,78                          | 0,49                          | 0,49                             | 0,18                             | 0,26                             | 0,08                             | 1,86            | 1,41           | 0,40            | 10                                  | 0,2                                   | 0     | 5000       |

Давление в системе осушки напрямую зависит от давления потока газа и находится в диапазоне его возможных значений. В рамках данного исследования выбран диапазон 300–10000 кПа. Температура контакта постоянна и составляет 10°C. Давление и температура в колонне регенерации абсорбента равны 50–70 кПа и 105–163°C (80–100 кПа и 105–205°C – для триэтиленгликоля) в верхней части и в кубе колонны соответственно. Расход гликоля в системе осушки 4 м<sup>3</sup>/ч. В результате снижения давления потока сырого газа его равновесное влагосодержание повышается, вследствие чего повышается объем влаги, поглощенной гликолем в процессе

абсорбции, при этом из-за снижения давления абсорбции снижается унос газа гликолем. Учитывая все эти факторы, можно предположить, что плотность и вязкость полученного раствора будет изменяться при снижении давления. Проследим за данными изменениями на основе изменения давления абсорбции и отслеживания таких параметров как плотность при стандартных и рабочих условиях, и вязкость при рабочих условиях (рис. 2). В данной программе стандартными условиями считаются: давление – 1 атмосфера и температура 15°C [1].

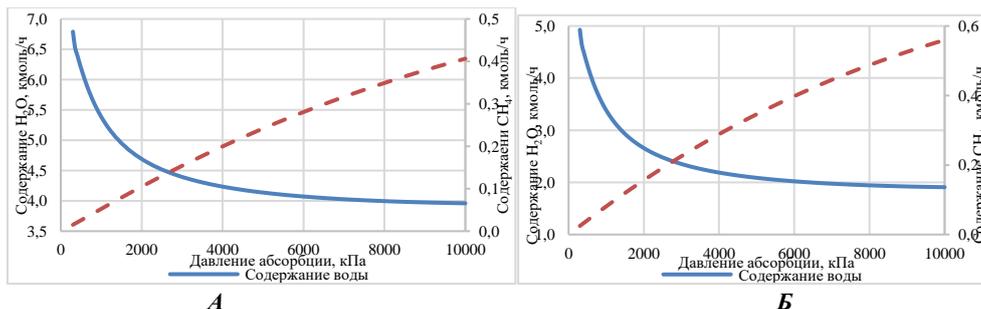


**Рис. 2** Изменение параметров диэтиленгликоля (А) и триэтиленгликоля (Б) на выходе из абсорбера

Концентрации осушающих реагентов при этом задаются внутри моделирующей системы путем выполнения баланса между объемами воды, поглощаемой при абсорбции и выделяемой при регенерации. В абсорбере концентрация осушающего реагента снижается: ДЭГ – с 98,12% (масс.) до 97,59% (масс.); ТЭГ – с 99,23% (масс.) до 98,50% (масс.).

При снижении давления абсорбции начинает повышаться значение динамической вязкости раствора гликоля из-за меньшего объема газа, поглощенного им. После достижения давления в 6 МПа для ДЭГ и 3 МПа для ТЭГ вязкость начинает снижаться из-за больших объемов воды, которые выносятся вместе с потоком газа при его добыче (рис. 2, 3).

Плотность гликоля, приведенная к стандартным условиям, имеет противоположную зависимость плотности при рабочих условиях из-за влияния давления. Так, при снижении давления абсорбции плотность насыщенного гликоля, пересчитанная на стандартные условия, возрастает на большей части диапазона давлений из-за снижения содержания растворенных углеводородов и увеличения содержания воды в составе раствора (рис. 2, 3). Снижение плотности при низких давлениях связано с резким увеличением концентрации воды в составе раствора (рис.3). Плотность гликолей при рабочих условиях снижается на всем интервале падения давления в системе осушки. Снижение содержания легких компонентов, входящих в состав раствора гликоля, компенсирует возможное уменьшение его плотности в результате падения давления в системе осушки. Причем, кривая плотности ДЭГ расположена в более узком диапазоне значений, чем для ТЭГ.



**Рис. 3** Содержание воды и метана в насыщенном растворе диэтиленгликоля (А) и триэтиленгликоля (Б)

Вывод: в ходе проведенного исследования изменения свойств осушающего реагента со снижением давления сырьевого потока газа показано:

- наличие влияния давления сырья на реологические свойства насыщенного раствора осушающего реагента;
- при рабочих условиях плотность раствора ДЭГ изменяется в ограниченном диапазоне: 1119–1121 кг/м<sup>3</sup>, для ТЭГ данный диапазон больше: 1130–1140 кг/м<sup>3</sup>;
- значение вязкости осушителей при падении давления снижается: ДЭГ – с 29,5 мПа с до 26,5 мПа с, ТЭГ – с 35 мПа с до 31,3 мПа с.

#### Литература

1. UniSim Design. Black oil tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/1JHRAPoV6g4jDwiOCTwOw7E9PcpBeVVEIS/view?usp=sharing>.