

2. Батрышин Р. А. и др. Никель-вольфрам-и никель-молибденсульфидные катализаторы, полученные в порах полимерных ароматических материалов, для гидрирования углеводородов дизельной фракции // Нефтехимия. – 2019. – Т. 59. – №. 7. – С. 745-751.
3. Leonova K. A. et al. Optimal pretreatment conditions for Co–Mo hydrotreatment catalysts prepared using ethylenediamine as a chelating agent // Catalysis Today. – 2014. – Т. 220. – С.327-336.
4. Свириденко Н.Н., Кривцов Е.Б., Головки А.К., Восмерилов А.В., Аглиуллин М.Р., Кутепов Б.И., Король И.С. Деструкция высокомолекулярных компонентов природных битумов на никельсодержащем мезопористом алюмосиликатном катализаторе // Катализ в промышленности. -2018. - №3. – С.64-71.
5. Ярошенко П.М., Ромаденкина С.Б. Развитие технологии флексикокинг для переработки тяжелых нефтяных остатков // Нефтепереработка и нефтехимия. –2009. –№8. –С. 20-23.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА РАЗЛИЧНЫМИ АБСОРБЕНТАМИ

Т.Г. Полякова

Научный руководитель - доцент М.В. Мищенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Помимо непосредственной добычи газа из недр его необходимо подготовить, обеспечить товарное качество, в частности, удалить влагу, которая пагубно влияет на технико-экономические показатели работы установок и способствует образованию кристаллогидратов.

В связи с высокими требованиями к качеству подготовленного газа и ростом влагосодержания для повышения рентабельности добычи технология подготовки газа постоянно совершенствуется и обновляется, в том числе и абсорбционный метод осушки [4].

Целью данной работы является повышение эффективности абсорбционной осушки газа с применением жидких поглотителей (этиленгликоль (ЭГ), диэтиленгликоль (ДЭГ), триэтиленгликоль (ТЭГ)) в условиях установки комплексной подготовки газа №5 Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ).

В качестве «базовых» параметров схемы в процессе моделирования в «Honeywell UniSim Design» были выбраны реальные технологические параметры УКПГ-5 Ямбургского месторождения: ДЭГ 99% масс., температура контакта 18°C, давление газа 4 МПа, давление в абсорбере 4 МПа, расход гликоля 3 м³/ч, расход газа 300 тыс. м³/ч. Состав газа, поступающего на УКПГ, % масс: метан (СН₄) - 98,9%, этан (С₂Н₆) – 0,01%, пропан (С₃Н₈) – 0,02%, бутан (С₄Н₁₀) – следы, диоксид углерода (СО₂) – 0,03%, азот (N₂) -0,7%, гелий (He) – 0,01-0,02%, водород (H₂) – 0,002-0,04%, аргон (Ar) – 0,01-0,03%. Содержание других компонентов пренебрежимо мало [1]. Содержание влаги при моделировании задавалось 2 г/м³.

При заданных параметрах были получены следующие значения основных показателей: точка росы осушенного газа минус 20,78 °С; унос ДЭГа с осушенным газом в абсорбере и при регенерации 0,46 кг/ч или 1,53 г/1000 м³; получены массовые концентрации насыщенного ДЭГа (НДЭГ) – 95,2% и регенерированного ДЭГа (РДЭГ) – 96,5 % .

Сравнение гликолей проводилось при следующих параметрах: давление газа, контактная температура, концентрация и расход осушителя. Показателями эффективности абсорбентов выступали: температура точки росы (ТТР); потери осушителя; простота регенерации насыщенных гликолей.

Влияние давления (рисунок 1). При увеличении давления ТТР осушаемого газа снижается, то есть наблюдается обратная пропорциональная зависимость, что соответствует теоретическим данным.

ДЭГ обеспечивает ТТР в минус 20°C при давлении 4 МПа, ТЭГ при 3,6 МПа, что способствует экономии энергии и ресурсов, потребляемых ДКС при компримировании газа. ЭГ показал себя неэффективным осушителем во всем диапазоне давлений, точка росы в минус 10°C была получена только при давлении 7 МПа, дальнейшее увеличение давления в условиях данного УКПГ не оправдано.

До 4,5 МПа преимущество ТЭГа над ДЭГом легко прослеживается, разница ТТР на этом участке составляет от 2 до 13,5°C при прочих равных условиях. При давлении 4,5 МПа и выше ТЭГ теряет свое преимущество, сначала точки росы сравниваются, а потом ДЭГ начинает осушать газ до более низких точек росы.

Количество уносимого гликоля тоже зависит от изменения давления. Наблюдается обратная пропорциональная зависимость: при увеличении давления потеря гликолей уменьшается, как и в случае с точкой росы газа. При этом на всем промежутке унос ТЭГа меньше примерно в два раза, чем ДЭГа. Унос ЭГа при этом абсолютно не сопоставим со значениями уноса двух других гликолей.

Влияние температуры (рисунок 2). При росте температуры контакта ТТР увеличивается, что негативно сказывается на качестве подготовленного газа. ТЭГ при температурах более 15°C обеспечивает более низкую точку росы, а при температурах ниже 15°C его преимущество перед ДЭГом теряется – это является одной из причин выбора ДЭГа при проектировании северных месторождений России. ЭГ уступает обоим конкурентам на всем интервале температур.

Точка росы ниже минус 20°C (требования СТО Газпром 089- 2010) при осушке ТЭГом достигается при температуре контакта ниже 21°C, в то время как ДЭГ осушает газ до регламентируемой точки росы при температуре контакта 19°C и ниже, ЭГ – лишь при очень низких температурах контакта 0-5°C. Точки росы при использовании ТЭГа на 4-20°C ниже в интервале от 20 до 40 °С, чем при использовании ДЭГа. В диапазоне 0-15°C ДЭГ осушает на 1-6°C лучше. В диапазоне 15-18°C точки росы примерно равны.

Повышение температуры контакта влияет также на унос гликоля. При 30°C унос ДЭГа составляет 1,29 кг/ч или 4,3 г/1000м³, при 40°C – 2,73 кг/ч или 9,1 г/1000 м³. Таким образом, унос больше регламентируемого значения в 8 г/1000м³ наблюдается при температуре больше 35°C. Потери ТЭГа находятся в рамках регламента даже при температуре 40°C, составляя 1,56 кг/ч или 5,2 г/1000 м³.

Влияние концентрации. При увеличении концентрации растворов ДЭГа и ТЭГа точка росы осушенного газа значительно уменьшается. При концентрации 98% масс, ни ДЭГ, ни ТЭГ не могут обеспечить необходимую кондицию подготавливаемого газа в условиях УКПГ – 5 Ямбургского НГКМ. При этом снова подтверждается большая эффективность работы ТЭГа над ДЭГом, преимущество в точке росы составляет от 0,57°C до 2°C в рассмотренном интервале концентраций. Концентрация ЭГ практически не влияет на точку росы осушаемого газа, она сохраняется на уровне 15°C.

Оптимальный расход гликоля при расходе газа в 150 тыс м³/ч составляет 1700 кг/ч, при расходе газа 350 тыс м³/ч – 4000 кг/ч. Данные расходы обеспечивают необходимую точку росы и приемлемое значение концентрации насыщенного гликоля.

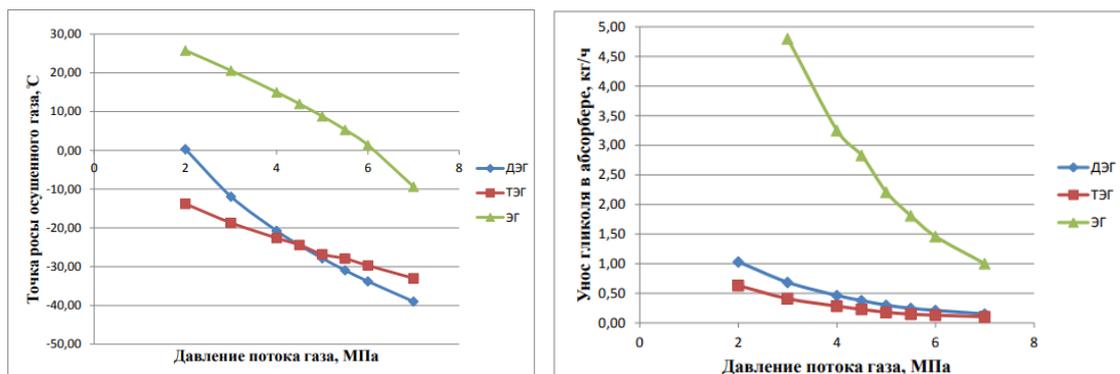


Рис. 1 Влияние давления на точку росы газа и унос гликоля

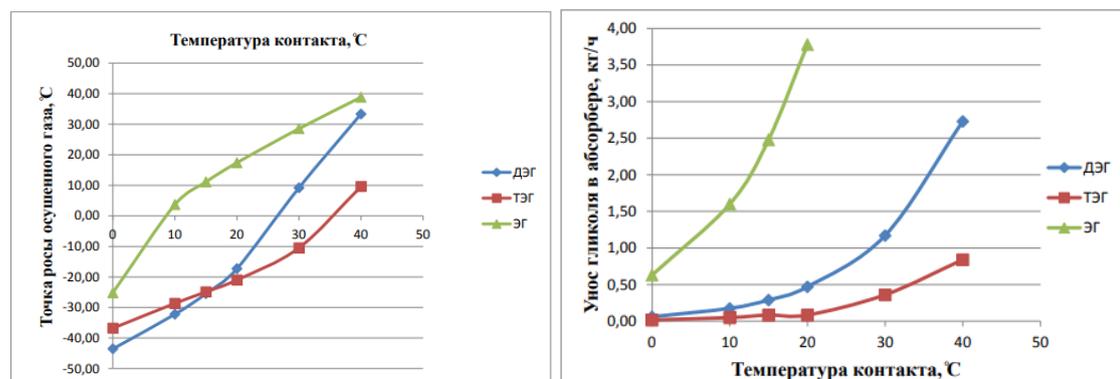


Рис. 2 Влияние температуры на точку росы газа и унос гликоля

По результатам работы сделаны следующие выводы:

Был проведен анализ расхода гликоля на осушку газа в условиях газового промысла №5 Ямбургского НГКМ. Рекомендуемые расходы гликоля по регламенту [1] составляют от 2 до 4 м³/час или от 2200 до 4400 кг/ч. При расходе газа 350 тыс. м³/ч для достижения точки росы в минус 20°C необходим расход ДЭГа – 1300 кг/ч, ТЭГа - 1150 кг/ч, но раствор будет слишком насыщен влагой, а именно 91 и 88 % масс соответственно, что значительно осложнит процесс регенерации гликоля. Поэтому минимальным оптимальным расходом будет 2500 кг/ч, который осушит газ до точки росы минус 20,70 для ДЭГа и 21,90°C для ТЭГа при насыщении до концентрации 95% масс. Повышение расхода ЭГа не дало эффекта, точка росы осталась на уровне около 14,95°C.

Литература

1. Технологический регламент на эксплуатацию газового промысла №5 Ямбургского НГКМ. – Новый Уренгой: ООО «Газпром Добыча Ямбург», 2011. – 79 с.
2. Усачёв М.Н. Разработка модели классификатора для оценки качества гликолевых абсорбентов при осушке природного газа/ Усачёв М.Н., Ефимова Ю.А., Зайцев Н.К. // НефтеГазоХимия. – М.: Обракадемнаука, 2016.– №2 – С. 53-58.
3. Халиф А.Ф. Осушка углеводородных газов / Халиф А.Л., Жданова Н.В. – М.: Изд-во «Химия», 1984. – 192 с.
4. Шешуков Н.Л. Сбор и подготовка продукции газовых и газоконденсатных месторождений. – Тюмень, 2013. – 100 с.