

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЕЙ В ЦЕПИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА К ДАЛЬНЕМУ ТРАНСПОРТУ

Сафин Р.А.

Сафин Рустам Артурович – бакалавр,
кафедра разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений,
горно-нефтяной факультет,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Аннотация: статья посвящена поиску методом повышения эффективности регенерации гликолей в цепи подготовки газа к дальнему транспорту. Анализируются работы других авторов по данной тематике, на основе чего даны рекомендации и приведены результаты аналитического расчета технологического оборудования регенерации гликоля.

Ключевые слова: гликоль, регенерация, природный газ.

УДК 622.279.8

На сегодняшний день добыча природного газа из залежей месторождений Западной Сибири с подготовкой его к дальнему транспорту методом абсорбционной осушки диэтиленгликолем или триэтиленгликолем переходит из периода постоянной добычи в падающую, тем самым усложняются условия эксплуатации газовых промыслов, их оборудования, задействованного в осушке газа. А также усложняются условия достижения требуемой температуры точки росы из-за снижения рабочего давления в скважинах и повышения температуры газа, подаваемого в абсорбер. При снижении давления влагоемкость газа повышается, соответственно содержание солей становится больше в газожидкостной смеси за счет увеличения доли минерализованной воды. Соли откладываются на стенках теплообменного оборудования, тем самым нарушают эффективность процесса теплообмена, что приводит к уменьшению межремонтного периода работы оборудования, что приводит к увеличению финансовых затрат на обслуживание установок регенерации гликоля. Для качественной подготовки природного газа к дальнему транспорту согласно требованиям отраслевого стандарта, повышения надежности, межремонтного периода и эффективности работы технологического оборудования, задействованного на газовом промысле, требуется внедрение новых научно-технических решений по модернизации и техническому перевооружению оборудования подготовки газа и регенерации гликоля, а также есть необходимость в пересмотре самого процесса регенерации абсорбентов. В данной работе рассмотрим один из способов оптимизации процесса регенерации гликоля.

От солей, содержащихся в воде, добываемой вместе с природным газом, в промышленных условиях избавляются с помощью сепараторов с промывочной секцией, в которых в качестве жидкости-промывки используют либо водометанольный раствор (ВМР), либо рефлюкс, который является верхним продуктом десорбера. При этом рефлюкс в некоторых случаях использовать более целесообразно. В некоторых случаях на газоконденсатных месторождениях Западной Сибири в качестве жидкости промывки используется менее эффективный ВМР, так как рефлюкса на данных промыслах недостаточно для обеспечения потребности всех сепараторов с промывочной секцией. В связи с этим предложено следующее решение данной проблемы.

Всем известно что температура разложения диэтиленгликоля составляет 164,5°C, а триэтиленгликоля - 206,5°C, но не каждый знает что эти цифры весьма условны. Эти значения температур деструкции были определены в далеком 1937 г. при замерах давления паров гликолей [3, с. 48].

Анализ более современных публикаций показывает, что ученые так и не пришли к единому мнению в вопросе определения температуры начала разложения гликолей. Деструкция абсорбентов является сложным химическим процессом, зависящим ряда факторов (термобарических условий, наличия механических примесей, присутствия кислорода в системе, времени воздействия тепла) и сочетания их в целом. Поэтому температуры регенерации гликолей на промысловых установках нецелесообразно ограничивать температурами, принятыми в настоящее время в качестве предельно допустимых [1, с. 146].

При исследовании в лабораторных условиях температур деструкции гликоля используется экспериментальная установка, позволяющая смоделировать условия приближенные к промышленным, представленная на рисунке 1.

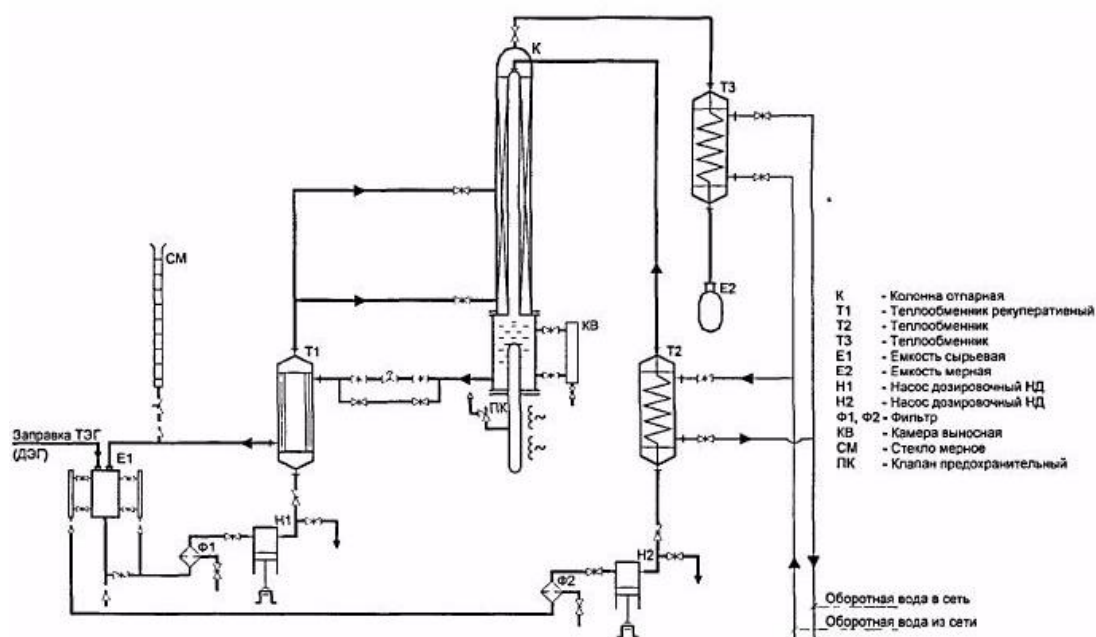


Рис. 1. Технологическая схема экспериментальной установки для изучения процессов деструкции гликолей

Раствор абсорбента в установке регенерации циркулирует по замкнутому контуру. Насыщенный раствор из сырьевой емкости насосом подается в кубовую часть колонны, где при атмосферном давлении происходит отгонка воды. Колонна заполнена плотно уложенной нержавеющей сеткой, используемой как массообменная насадка. Отогнанные при регенерации пары воды и продукты деструкции гликоля конденсируются, собираются в мерную емкость, где замеряется их объем. Через каждые 10 часов пребывания гликоля при температуре регенерации емкость опорожняли. Регенерированный гликоль из куба колонны самотеком, охлаждаясь в рекуперативном теплообменнике и нагревая насыщенный гликоль, направляемый на регенерацию, возвращается в сырьевую емкость. Для имитации процесса осушки, перед сырьевой емкостью регенерированный гликоль насыщался дистиллированной водой через специальную капельницу. Опытная установка работает при температурах в кубе колонны до 220°C. Подвод теплоты в куб колонны осуществляется с использованием в качестве промежуточного теплоносителя водяного пара, который образуется при кипении воды под давлением, содержащейся в герметичной трубчатке. Такая конструкция (по типу термосифона) позволяет избегать локальных перегревов гликоля и вести изучение регенерации гликоля практически при заданной фиксированной температуре.

Для испарения воды используется электронагреватель. По заданной температуре в кубе колонны осуществляется автоматическое регулирование нагрева. Для уменьшения тепловой нагрузки, и, следовательно, исключения перегрева гликоля на теплопередающей поверхности, колонна теплоизолирована. Пробы гликоля для анализов отбираются вручную через проботборные краны, пробы водного конденсата отбираются из емкости E-2.

По результатам сравнительных испытаний термостойкости ТЭГа марок «А» и «Б» при 200°C сделаны следующие выводы:

- при отсутствии воздуха в системе регенерации деструкция гликоля и его коррозионное воздействие незначительно для обеих марок;
- наличие в составе ТЭГ марки «Б» низших гликолей (в количествах до 10% мас.) не оказывает влияния на деструкцию осушителя и его коррозионную активность, которые примерно одинаковы для обеих марок [2, с. 123].

На базе УКПГ-4 Ямбургского ГKM были проведены опытно-промышленные испытания по повышению температуры нагрева гликоля в трубчатой печи. Испытание проводилось в двух режимах: I – при максимальной температуре нагрева диэтиленгликоля 173 - 175°C, II – при нагреве того же гликоля до 178 - 180°C. Целью испытаний являлось определение температуры разложения гликоля и начала коррозии оборудования. Полученные результаты сравнивались с качеством гликоля, регенерированным при принятых предельно допустимых температурах деструкции (максимальный нагрев 162 - 163°C).

Во время проведения опыта было выявлено, что концентрация воды в регенерированном гликоле уменьшилась до 0,61 - 0,72% при максимальной температуре 173 - 175°C и 0,56% при температуре 178 -

180°C в сравнении с концентрацией воды 1,18% при стандартном режиме. Не выявлено ухудшение качественных показателей регенерированного гликоля при максимальной температуре 173 - 175°C в сравнении со стандартным режимом. В ходе испытания не был зафиксирован рост продуктов в рефлюксе, а также не наблюдалось уменьшение pH верхнего продукта колонны. Результаты испытаний приведены на рисунках 2 и 3 [4, с. 45].

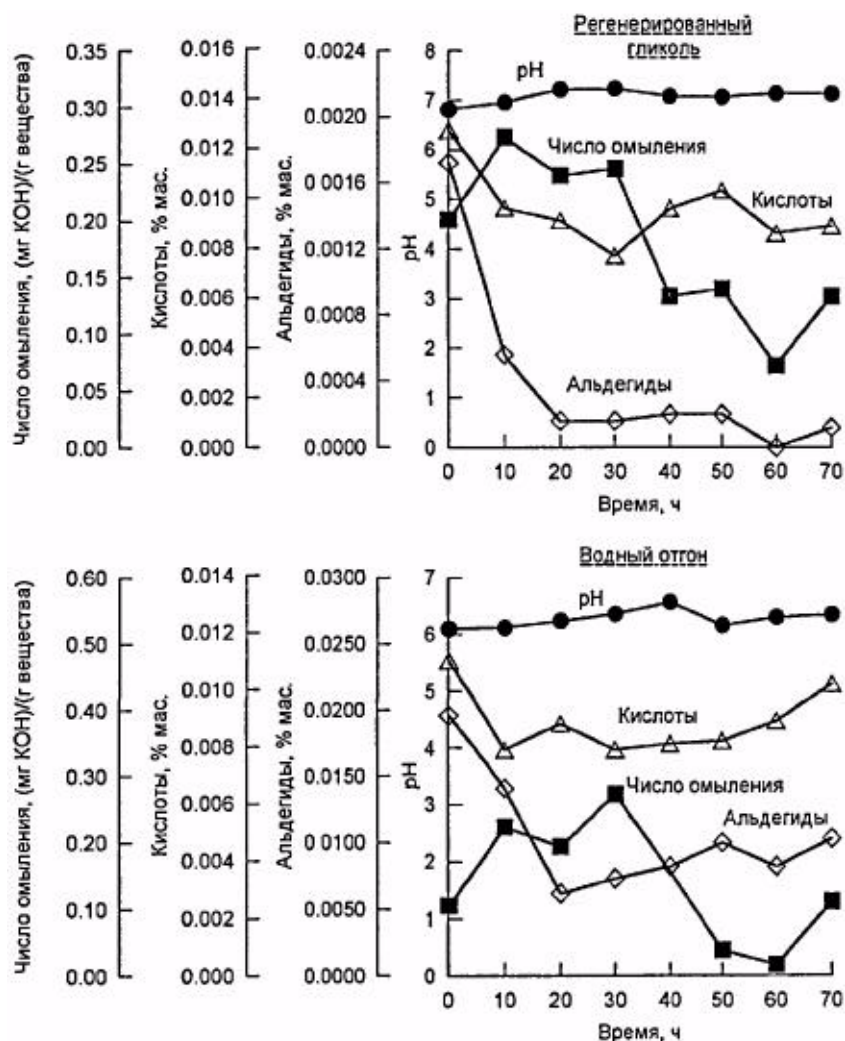


Рис. 2. Деструкция ДЭГ при температуре 185°C

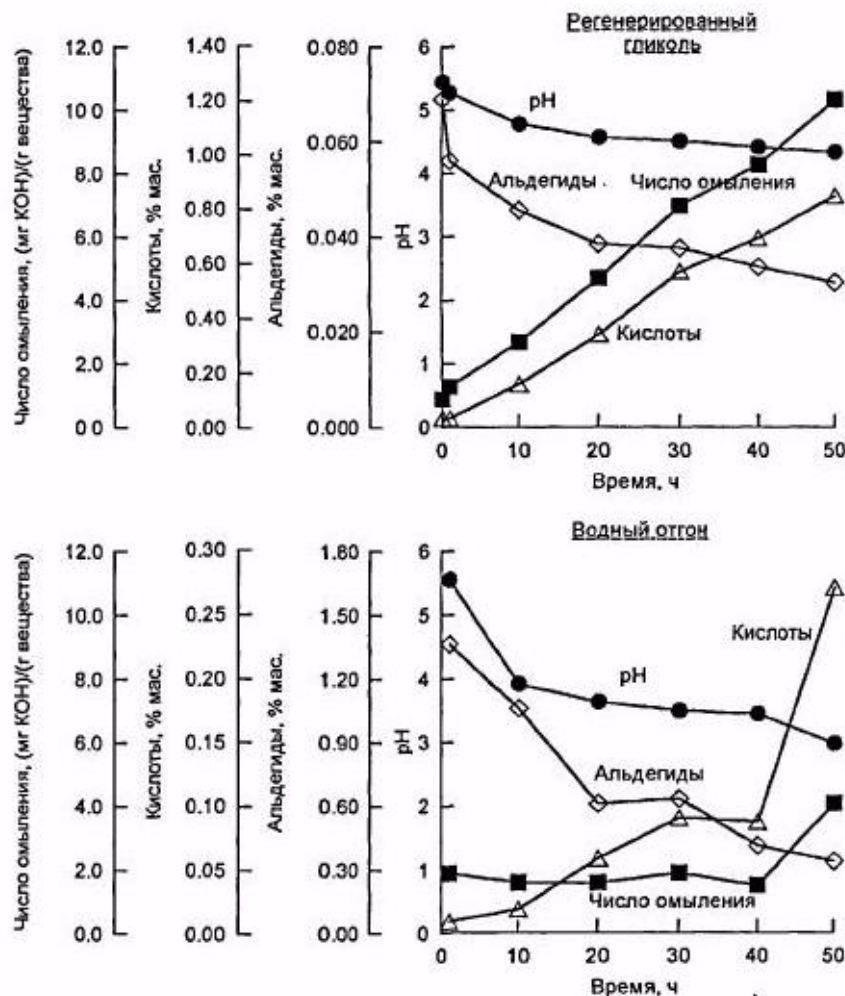


Рис. 3. Деструкция ДЭГ при температуре 160°C

В связи со всем вышесказанным, на мой взгляд, целесообразно отказаться от традиционно используемого температурного критерия при выборе допустимой температуры регенерации гликоля и перейти к допустимой степени разложения гликоля, определяемой технологическими и экономическими критериями (с учетом коррозии оборудования). Такой подход является относительно новым для газовой промышленности, так как в настоящее время пользуются давно полученными и не уточненными значениями деструкции гликоля.

Основываясь на результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний, приведенных в вышеперечисленных работах, можно оптимизировать процесс регенерации гликоля на газовых промыслах, целью которого является получение оптимальной температуры регенерации ДЭГа и ТЭГа, при которой будет обеспечено:

- 1) необходимое количество рефлюкса для снабжения сепараторов с промывочной секцией;
- 2) достижение необходимой глубины осушки.

На промыслах с абсорбционной осушкой в сепараторах с промывочной секции используется водометанольный раствор вместо положенного рефлюкса, ввиду отсутствия необходимого объема, что имеет негативное влияние на процесс отделения солей, содержащихся в сыром газе, перед гликолевой осушкой. При этом солесодержание насыщенного диэтиленгликоля существенно увеличивается, что способствует солеотложению на стенках теплообменного оборудования, сокращая его межремонтный период и уменьшая эффективность процесса теплообмена. Основываясь на результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний, приведенных в вышеперечисленных работах, в качестве примера мною проведен технологический расчет процесса регенерации гликоля на газовом промысле № 1 Ямбургского газоконденсатного месторождения. Результаты данного расчета приведены ниже.

Расчет десорбера регенерации насыщенного раствора диэтиленгликоля (ДЭГ) производился при следующих исходных параметрах: количество раствора ДЭГ $G_{г.л.г} = 5110$ кг/ч; давление в десорбере $P = 0,12$ МПа; содержание ДЭГ в регенерированном растворе не менее $X_1 = 0,993$. Температура парогазовой смеси, выводимой из десорбера, принимается равной $t_n = 60^\circ\text{C}$. Температура воды,

подаваемой для орошения верха аппарата, принимается равной $t_0=30^0\text{C}$, температура ввода сырья в десорбер $t_2=127,6^0\text{C}$.

Схема материальных потоков приведена на рисунке 4.

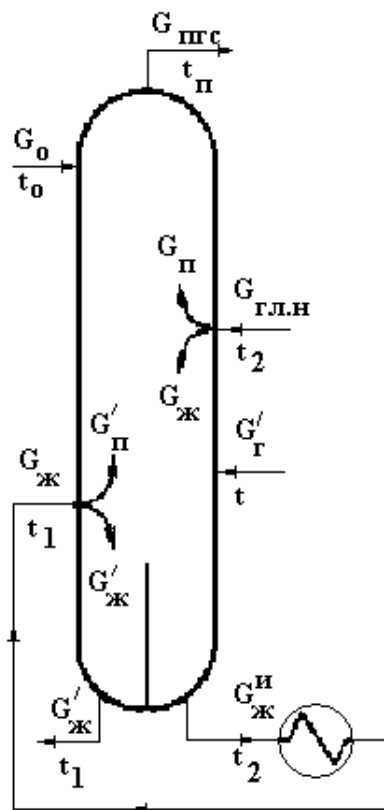


Рис. 4. Схема материальных потоков десорбера для регенерации раствора ДЭГа

В первом случае расчет проводился при температуре ДЭГа ($G_{\text{ж}}$) при его выводе из испарителя $t_1=162,8^0\text{C}$. Эта температура является фактической для ГП-1 Ямбургского ГКМ.

Материальный баланс десорбера для регенерации раствора гликоля при температуре ввода ДЭГа в десорбер $t_1=162,8^0\text{C}$ приведен в таблице 1.

Таблица 1. Материальный баланс десорбера

Поток, поступающий в десорбер	Количество, кг/ч	Поток, выводимый из десорбера	Количество, кг/ч
Насыщенный раствор $G_{\text{ГЛ.Н}}$	5110,0	Парогазовая смесь $G_{\text{П.Г.С.}}$	487,79
Жидкость из испарителя $G_{\text{ж}}$	4984,0	Жидкость в испаритель $G_{\text{ж}}$	4984,0
Отдувочный газ $G_{\text{Г}}'$	202,6	Регенерированный раствор $G_{\text{ж}}'$	4824,8
Орошение G_0	-	Орошение G_0	-
Σ	10296,7+G		10296,7+G

Во втором случае расчет проводился при температуре ДЭГа ($G_{\text{ж}}$) при его выводе из испарителя $t_1=180^0\text{C}$, результаты занесены в таблицу 2.

Данная температура была проверена опытно-промышленным путем на УКП-4 Ямбургского месторождения.

Таблица 2. Материальный баланс десорбера

Поток, поступающий в десорбер	Количество, кг/ч	Поток, выводимый из десорбера	Количество, кг/ч
Насыщенный раствор $G_{\text{ГЛ.Н}}$	5110,0	Парогазовая смесь $G_{\text{П.Г.С.}}$	513,66
Жидкость из испарителя $G_{\text{ж}}$	4984,0	Жидкость в испаритель $G_{\text{ж}}$	4984,0
Отдувочный газ $G_{\text{Г}}'$	162,	Регенерированный раствор	4758,5

		$G_{\text{ж}}^{\text{г}}$	
Орошение G_0	-	Орошение G_0	-
Σ	$10256,1+G_0$		$10256,1+G_0$

В третьем случае расчет проводился при температуре ДЭГа ($G_{\text{ж}}$) при его выводе из испарителя $t_1=200^\circ\text{C}$, результаты занесены в таблицу 2.

Данная температура была проверена лабораторным путем на экспериментальной установке для изучения процессов деструкции гликолей.

Таблица 3. Материальный баланс десорбера

Поток, поступающий в десорбер	Количество, кг/ч	Поток, выводимый из десорбера	Количество, кг/ч
Насыщенный раствор $G_{\text{г.л.н}}$	5110,0	Парогазовая смесь $G_{\text{п.г.с}}$	604,25
Жидкость из испарителя $G_{\text{ж}}$	4984,0	Жидкость в испаритель $G_{\text{ж}}$	4984,0
Отдувочный газ $G_{\text{г}}^{\text{г}}$	135,1	Регенерированный раствор $G_{\text{ж}}^{\text{г}}$	4640,8
Орошение G_0	-	Орошение G_0	-
Σ	$10229,1+G_0$		$10229,1+G_0$

Материальный баланс десорбера соблюдаются во всех трех случаях. Поступающий поток $G_{\text{вх}}$ кг/ч в аппарат, равен выводимому $G_{\text{вых}}$ кг/ч.

Анализируя результаты полученные из технологических расчетов процесса регенерации гликоля можно сделать вывод, что при увеличении нагрева гликоля в испарителе способствует увеличению количества рефлюкса, выносимого с верха колонны регенерации. Из выше перечисленных работ было выяснено, что нагрев диэтиленгликоля выше условной температуры разложения ДЭГа не приводит к его деструкции, а также существенно не увеличивается каррозионная активность раствора абсорбента. Поэтому в целях увеличения объема рефлюкса теоретически можно увеличить нагрев гликоля вплоть до 200°C без ущерба технологическому процессу, а также без существенной реконструкции газового промысла.

Список литературы

1. Елистратов М.В. Совершенствование методов расчёта фазового равновесия в системе «природный газ – гликоли – вода – метанол» для повышения эффективности гликолевой осушки природного газа: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. М.: ВНИИГаз. 2005. С. 156.
2. Рудаков В.А., Елистратов А.В. Новый подход к регенерации гликолей. М.: Газовая промышленность, 2002. С. 123.
3. Кэслер Х. Осушка природного газа//Газовая промышленность, 2001. № 7. С. 48-50.
4. Елистратов А.В. Результаты экспериментального изучения термостойкости гликолей на опытной установке. В сб.: Вопросы эксплуатации северных газовых и газоконденсатных месторождений. М.: ВНИИГаз, 2002. С. 95.