Решение системы (8) дает окончательный результат по коэффициентам A и Ψ, а именно:

$$\psi = arctg\left[\frac{\omega_1}{\alpha - \frac{1}{RC}}\right] \quad \text{и} \quad A = -\frac{E}{\sin\left(arctg\left[\frac{\omega_1}{\alpha - \frac{1}{RC}}\right]\right)}.$$

Подставив найденные A и Ψ в (6), получим искомое решение задачи в виде

$$U_C(t) = E + Ae^{-\alpha t}\sin(\omega_1 + \psi). \qquad (9)$$

Данный алгоритм решения применим для любых сред (газ, воздух, жидкость) и любых трубопроводов заданной длины и диаметра, вне зависимости от величины E, как аналога давления в линии нагнетания, при условии, что приведенные параметры R, L, C известны.

Обоснованность предложенной модели может быть установлена в ходе проведения экспериментальных исследований по методике рассмотренного выше виртуального эксперимента.

Список литературы

1. Жуковский Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. - М.- Л., Гостехиздат, 1949. - 103 с.
2. Солодовников В. В., Плотников В. Н., Яковлев А. В. Теория автоматического управления техническими системами. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1993. – 492 с.
3. Olson H. F., 1943, Dynamical analogies. – New York, D. Van Nostrand Co. (Русский перевод: Ольсон Г., 1947, Динамические аналогии. – М.: ИЛ.)
4. Чарный И. А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. Изд. 2, перераб. и доп. - М.: Недра, 1975. - 296 с.
5. Лепендин Л. Ф. Акустика. – М.: Высш. Школа, 1978. – 448 с.
6. Исакович М. А. Общая акустика. – М.: Наука, 1973. - 496 с.
7. Ржевкин С. Н. Курс лекций по теории звука. – М.: изд-во МГУ, 1960. – 337 с.
8. Зевеке Г. В., Ионкин П. А., Нетушил А. В. Основы теории цепей. Изд. 4, перераб. – М.: Энергия, 1975.

Сведения об авторах

Шлык Юрий Константинович, *д.т.н., профессор, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел.: (3452) 48-61-16*

Плаксин Алексей Игоревич, *аспирант, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел.: 8-922-072-37-52; e-mail: vegavin88@gmail.com*

Shlyk J. K., *PhD, professor, Tyumen State Oil and Gas University, phone: (3452) 48-61-16*

Plaksin A. I., *postgraduate student, Tyumen State Oil and Gas University, phone: 8-922-072-37-52; e-mail: vegavin88@gmail.com*

УДК 541.64

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА

Б. Е. Мурзабеков, Т. Г. Умергалин

(Уфимский государственный нефтяной технический университет)

Ключевые слова: ***газовый конденсат, процесс стабилизации, потери бензиновых фракций, абсорбционно-ректификационная колонна***

Key words: ***gas condensate, gasoline fractions loss, adsorption-distillation column***

В проектных разработках процесс стабилизации газового конденсата предполагают вести при температурах низа ректификационной колонны 130 – 150°С, что позволяет орошать колонну жидкостью, выделяемой в рефлюксной емкости после охлаждения паров, выводимых с верха колонны.

Нередко, для снижения тепловых затрат, в качестве орошения колонны используют часть холодного нестабильного газового конденсата. При этом температура низа колонны может быть понижена на 20 – 30°С, а пары верха колонны отводятся в качестве газа стабилизации, что позволяет отказаться от конденсатора – холодильника и рефлюксной емкости. Однако в этом случае с газом стабилизации уносится часть бензиновых фракций, которые в последствии конденсируются или сжигаются на факелах.

Аналогичная ситуация наблюдается при подготовке нефти сепарацией на установках подготовки нефти. Для сокращения потерь углеводородов разработана технология возврата бензиновых фракций в нефть однократной абсорбцией высококипящих компонентов из газа сепарации стабильной нефтью в трубопроводе смешения. Технология предусматривает подачу части стабильной нефти в поток газа сепарации, смешение, охлаждение и разделение в емкости на отбензиненный газ и насыщенный абсорбент, возвращаемый далее в основной поток нефти [1-3].

При стабилизации в ректификационной колонне данный способ может быть упрощен, а именно: при использовании колонны в качестве абсорбционно-ректификационного аппарата. В качестве орошения выступает часть охлажденного стабильного газового конденсата, отводимого с низа колонны. Пары верха колонны отводятся без охлаждения – газы стабилизации.

На рис. 1 приведена принципиальная технологическая схема процесса стабилизации газового конденсата. По данному методу нестабильный газовый конденсат 1 вводится в промежуточную секцию ректификационной колонны 2, сверху выделяется газ стабилизации 3, снизу – стабильный газовый конденсат 4. Часть стабильного газового конденсата 5 после охлаждения в холодильнике 6 подается в верхнюю часть колонны на орошение в качестве абсорбента.

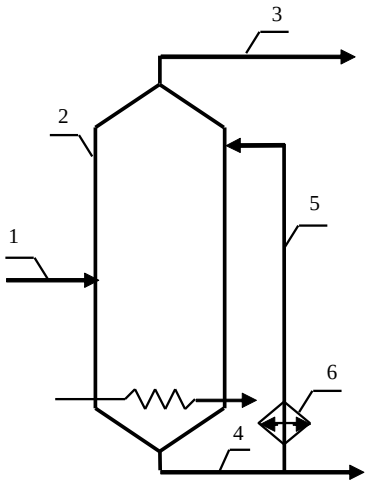


Рис. 1. Технологическая схема стабилизации газового конденсата в абсорбционно-ректификационной колонне

Ниже приводятся расчетные исследования, проведенные на газовом конденсате месторождения «Толкын» Республики Казахстан. Массовое содержание углеводородных компонентов в нестабильном газовом конденсате составляет (%):

$$\Sigma C_1 \ldots C_3 = 3{,}97; \qquad \Sigma C_4 = 1{,}53; \qquad \Sigma C_5 = 1{,}88; \qquad \Sigma C_{6+} = 92{,}62.$$

По промышленным данным расход нестабильного газового конденсата принят равным 22 $м^2$/ч (16,19 т/ч), температура исходного газового конденсата 57°С, давление в колонне 0,36 МПа.

Приведены основные режимные параметры и расчетные значения продуктов стабилизации газового конденсата (таблица) следующими методами: орошение колонны жидкостью, выделенной после охлаждения паров колонны в рефлюксной емкости (вариант 1); орошение колонны частью нестабильного газового конденсата (вариант 2) – работа установки по существующей схеме; орошение колонны частью стабильного газового конденсата, охлажденного до 40 – 10°С (варианты 3 – 6).

Выход стабильного газового конденсата при работе по рассматриваемой схеме (варианты 3 – 6) по сравнению с существующей схемой (вариант 2) увеличивается на 0,3 – 0,9 % (на 0,04 – 0,14 т/ч). При этом состав газа стабилизации облегчается, содержание высококипящих компонентов C_{6+} в газе стабилизации снижается с 20,84 до 19,67 – 19,93 %.

Выход стабильного газового конденсата при работе по схеме с охлаждением паров (вариант 1) равен выходу в варианте 4, однако, содержание в нем газовых компонентов $C_1 \ldots C_3$, наиболее существенно влияющих на стабильность газового конденсата, больше (0,98 и 0,72 % соответственно).

Режимные параметры и расчетные значения продуктов стабилизации газового конденсата

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Расход, т/ч						
Основной поток нестабильного газоконденсата	16,19	12,19	16,19	16,19	16,19	16,19
Орошение	0,17	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Газ стабилизации	0,80	0,87	0,83	0,79	0,75	0,73
Стабильный газоконденсат	15,39	15,32	15,36	15,40	15,44	15,46
Температура, орошения, ^{0}C	20	20	40	30	20	10
Массовое содержание углеводородов, %						
В газе стабилизации						
C_1 - C_3	61,88	60,87	64,77	67,52	70,25	72,55
C_4	11,44	12,21	11,17	9,63	7,60	5,62
C_5	6,81	6,08	4,39	3,43	2,59	1,90
C_{6+}	19,87	20,84	19,67	19,42	19,56	19,93
В стабильном газоконденсате						
C_1 - C_3	0,98	0,74	0,70	0,72	0,73	0,75
C_4	1,02	0,93	1,01	1,12	1,23	1,34
C_5	1,63	1,64	1,74	1,80	1,84	1,88
C_{6+}	96,37	96,69	96,55	96,36	96,20	96,03
Коэффициент извлечения **φ**	0,10	0,00	0,14	0,25	0,34	0,41

Приведены графики изменения коэффициента извлечения φ компонентов C_{4+} и приращения расхода стабильного газового конденсата Δ от расхода орошения при разных температурах. Здесь величина К равна отношению расхода орошения к расходу исходного сырья (рис. 2, 3).

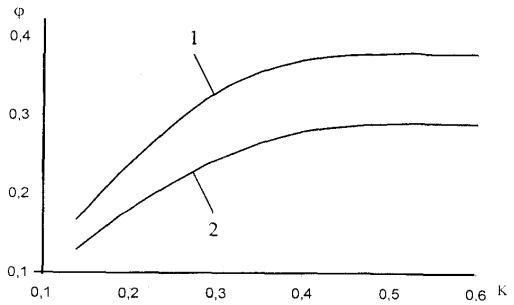


Рис. 2. Зависимость коэффициента извлечения бензиновых фракций от расхода орошения: 1 - T = 20 °C; 2 - T = 30°C

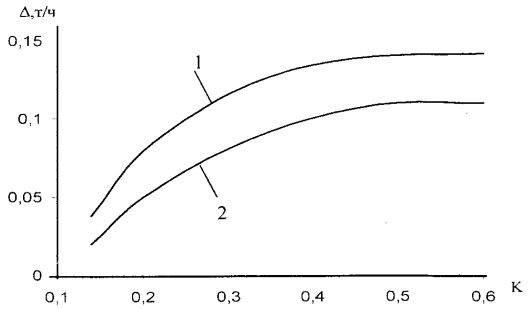


Рис. 3. Зависимость приращения расхода стабильного газового конденсата от расхода орошения: 1 - T = 20 °C; 2 - T = 30 °C

С понижением температуры охлаждения орошения эффективность процесса возрастает. Коэффициент извлечения **φ** компонентов C_{4+} в вариантах 3 – 6 по сравнению с вариантом 2 составляет 0,14 – 0,41.

С увеличением расхода орошения эффективность процесса также возрастает. Без особой перегрузки работы колонны расход орошения предпочтительно поддерживать в пределах 5 – 6,5 т/ч (К = 0,3 – 0,4) (см. рис. 2 - 3).

В этом случае при охлаждении до 20°С части стабильного конденсата расходом в 30 – 40 % на сырье выход товарного газового конденсата увеличивается до 0,8% мас. при одновременном облегчении состава газа стабилизации. Для других условий стабилизации оптимальное соотношение расходов абсорбента и сырья колонны могут быть иными.

Таким образом, рассматриваемая технология стабилизации газового конденсата позволяет увеличить выход товарного газового конденсата, уменьшить потери бензиновых фракций.

Список литературы

1. Хафизов А. Р., Умергалин Т. Г. Отбензинивание газов сепарации установок подготовки нефти // Нефтяная и газовая промышленность. Научно-технические достижения, передовой опыт, рекомендуемые для внедрения в нефтяной промышленности. Информационный справочник. - М. - 1991. - Вып. 7. - С. 26 - 29.

2. Каеем Д. Х., Умергалин Т. Г., Захаров В. П., Шевляков Ф. Б. Аппарат однократной абсорбции высококипящих компонентов из попутного нефтяного газа// Известия вузов. Нефть и газ. - 2009. - № 1. - С. 32-34.

3. Шевляков Ф. Б., Захаров В. П., Каеем Д. Х., Умергалин Т. Г. Совершенствование процесса доизвлечения высококипящих углеводородов попутного нефтяного газа в турбулентных аппаратах диффузор-конфузорной конструкции. // Вестник Башкирского университета. - 2008. - Т. 13. - № 4. - С. 916-918.

Сведения об авторах

Мурзабеков Бахыт Ерсаинович, *аспирант кафедры «Химическая кибернетика», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел.: (347) 242-08-37, e-mail: bm28@mail.ru*

Умергалин Талгат Галеевич, *д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Химическая кибернетика», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. (347) 242-08-37, e-mail: Umergalin2010@yandex.ru*

Murzabekov B. E., *post graduate student of the chair «Chemical Cybernetics», Ufa State Petroleum Engineering University, Ufa, phone: (347) 242-08-37, e-mail: bm28@mail.ru*

Umergalin T. G., *DSc, professor, Head of the chair «Chemical Cybernetics», Ufa State Petroleum Engineering University, Ufa, phone: (347)242-08-37, e-mail: Umergalin2010@yandex.ru*

Химия и технология переработки нефти и газа

УДК 677.464:678.019.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ТРИАЦЕТАТ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Б. О. Полищук, Н. П. Шевелева, Т. В. Мезина
(Тюменский государственный нефтегазовый университет)

Ключевые слова: ***триацетат целлюлоза, фотоокислительная деструкция, стабилизация биологически активным соединением***
Key words: ***cellulose triacetate, photo-oxidative degradation, stabilization by active compound***

В процессе эксплуатации полимерные материалы и изделия из неполностью замещенного (степень этерификации 291,8) триацетата целлюлозы (ТАЦ), обладающие ценными практическими свойствами, проявляют недостаточную фотоокислительную устойчивость. При комплексном воздействии ультрафиолетовой части солнечного света, кислорода и озона в воздухе происходят необратимые химические превращения, которые меняют их макроскопические характеристики и обычно сопровождаются некоторым снижением физико-механических свойств.

Одним из перспективных способов стабилизации волокнистых материалов на основе ТАЦ против действия света, кислорода и других факторов окружающей среды при переработке, хранении и эксплуатации считается внесение в их состав специальных соединений – стабилизаторов, которые существенно снижают скорости химических процессов, ответственных за деструкцию полимера [1].

Экспериментальные результаты УФ-старения (на воздухе) ТАЦ волокон, содержащих биоактивное соединение – β-(5-нитро-2-фурил)акролеин (НФА), которые приведены в [2-4], свидетельствуют о том, что НФА в пределах выбранных концентраций и продолжи-