УДК 622.276.43

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ГАЗА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНОГО КОНДЕНСАТА НА УСТАНОВКЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ УРЕНГОЙСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

OPTIMIZATION OF GAS PREPARATION AND EXTRACTION OF UNSTABLE CONDENSATE AT THE LOW-TEMPERATURE SEPARATION UNIT OF THE URENGOY OIL AND GAS CONDENSATE FIELD

Кузьмин Ильдар Геннадьевич
студент группы МГГ63Д-22-01,
кафедра разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Ildarkuzmin00@mail.ru

Загидуллин Кирилл Игоревич
студент группы МГГ63Д-22-01,
кафедра разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Kirillzagidullin55@mail.ru

Пономарёв Александр Иосифович
доктор технических наук,
профессор,
заведующий кафедрой разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
pnmrv@mail.ru

Аннотация. Поддержание эффективной работы установки комплексной подготовки газа при разработке валанжинских объектов Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения возможно за счет оптимизации и точной настройки параметров процесса низкотемпературной сепарации газа. Основная цель промысловой подготовки газа, содержащего тяжелые углеводороды – обеспечить товарные характеристики подготавливаемого газа и извлечь из него максимальное количество нестабильного газового конденсата (НК) – фракции С3+. В работе представлен анализ подготовки газа методом низкотемпературной сепарации (НТС) на одном из газоконденсатных промыслов месторождения. Дальнейшее применение технологии НТС связано с оптимизацией термобарических параметров в низкотемпературных сепараторах. По результатам моделирования процесса подготовки газа установлено, что термобарические параметры работы низкотемпературных сепараторов находятся не в оптимальном диапазоне значений. Основным фактором, снижающим качество подготовки продукции является естественное снижение входного давления сырого газа в установку из-за снижения пластового давления. Оптимизация давления дросселирования газа для снижения температуры в низкотемпературных сепараторах позволяет увеличить выход НК по сравнению с фактическим регламентным режимом. Результаты исследования могут найти применение при корректировке режимов работы установок НТС Уренгойского месторождения.

Kuzmin Ildar Gennadievich
Student of group MGG63D-22-01,
Department of Development and Operation of Gas and Gas Condensate Fields,
Ufa State Petroleum Technical University
Ildarkuzmin00@mail.ru

Zagidullin Kirill Igorevich
Student of group MGG63D-22-01,
Department of Development and operation of Gas and Gas Condensate Fields,
Ufa State Petroleum Technical University,
Kirillzagidullin55@mail.ru

Ponomarev Alexander Iosifovich
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Head of the Department of Development and Operation of Gas and Gas Condensate Fields,
Ufa State Petroleum Technical University,
pnmrv@mail.ru

Annotation. Maintaining the efficient operation of the integrated gas treatment plant during the development of the Valanginian facilities of the Urengoy oil and gas condensate field is possible by optimizing and fine-tuning the parameters of the low-temperature gas separation process. The main goal of field treatment of gas containing heavy hydrocarbons is to ensure the commercial characteristics of the treated gas and to extract from it the maximum amount of unstable gas condensate (GC) - the C3+ fraction. The paper presents an analysis of gas preparation using the low-temperature separation (LTS) method at one of the gas condensate fields of the field. Further application of NTS technology is associated with the optimization of thermobaric parameters in low-temperature separators. Based on the results of modeling the gas treatment process, it was established that the thermobaric operating parameters of low-temperature separators are not in the optimal range of values. The main factor reducing the quality of product preparation is the natural decrease in the inlet pressure of raw gas into the installation due to a decrease in reservoir pressure. Optimizing the gas throttling pressure to reduce the temperature in low-temperature separators makes it possible to increase the NK yield compared to the actual regulatory regime. The results of the study can be used when adjusting the operating modes of NTS installations at the Urengoy field.

Ключевые слова: природный газ, выход нестабильный конденсат, термобарические параметры, низкотемпературная сепарация, компьютерное моделирование.

Keywords: natural gas, unstable condensate output, thermobaric parameters, low-temperature separation, computer modeling.

Добыча газа и газового конденсата при разработке газоконденсатного залежей сопровождается уменьшением конденсационного фактора не только вследствие ретроградной конденсации, но понижением дроссель-эффекта на регламентных режимах работы установок низкотемпературной сепарации (УНТС). В результате качество подготовки товарного газа снижается за счет уноса вместе с газом фракции C_{3+}, а добыча нестабильного конденсата (НК) дополнительно падает. Сократить унос компонентов НК возможно за счет оптимального уменьшения температуры потока сырого газа в низкотемпературном сепараторе [1–2].

Для исследования эффективности работы установки низкотемпературной сепарации и определения оптимальных технологических параметров, была выполнена серия расчетов с использованием математической модели для действующих ниток установки комплексной подготовки газа (УКПГ) газоконденсатного промысла Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (УНГКМ).

Исследование проводилось с помощью программного комплекса технологического моделирования «ASPEN HYSYS» компании AspenTech, в котором была построена модель установки комплексной подготовки газа с использованием модуля процесса низкотемпературной сепарации рисунок 1. Симулятор позволяет проводить вычисления составов и теплофизических свойств равновесных фаз различных смесей в цепочке технологических процессов системы «пласт-скважина-коллектор-установка промысловой подготовки углеводородного сырья». Температурный режим работы низкотемпературного сепаратора обеспечивается за счет дроссель-эффекта, величина которого зависит от давления, перепада давления на дросселе и состава газа, подаваемого в аппарат.

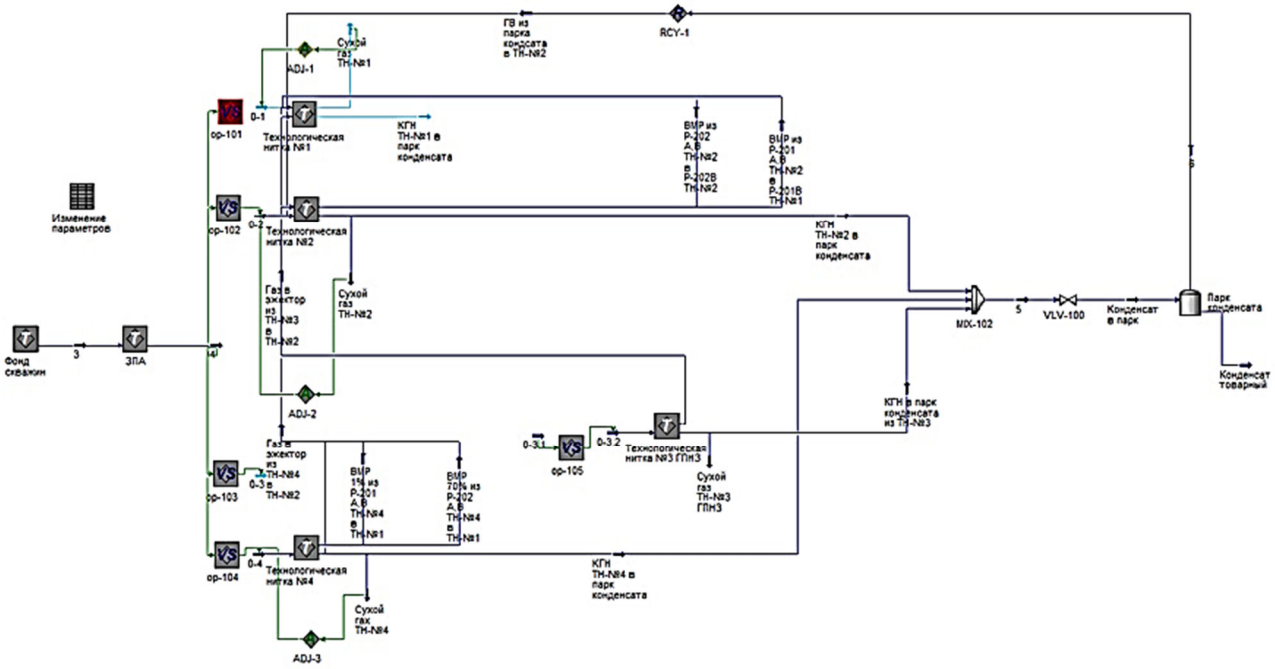

Рисунок 1 – Термодинамическая модель установки низкотемпературной сепарации

Целью исследования является изучение влияния термобарических параметров на выход целевых компонентов на установке комплексной подготовки газа на месторождении Крайнего Севера.

Анализ работы установки комплексной подготовки газа:

Для получения достоверных прогнозных результатов расчета производилась предварительная адаптация модели объекта под имеющиеся промысловые данные в рабочем диапазоне параметров процесса с использованием фактических параметров работы аппаратов, данных химического анализа проб газа, нестабильного конденсата и водометанольного раствора (ВМР), фактических расходов газа и конденсата [3].

В процессе итерационных расчетов были получены компонентно-фракционные составы технологических потоков, которые с определенной точностью соответствуют фактическому материальному балансу УКПГ.

В настоящее время действующим регламентом установлен следующий режим работы установки низкотемпературной сепарации: расход газа 150–170 тыс. м^3/ч, давление 3,0–4,0 МПа, температура минус 30 – минус 32.

При определении области регулирования режимных параметров процесса низкотемпературной сепарации был выявлен ряд ограничений – ограничение давления в УНТС в результате естественного снижения пластового давления – максимальное текущее давление потока сырого газа. Температурный режим работы УНТС ограничивается высокой температурой помутнения НК (минус 34 ÷ минус 28), т.е. существует вероятность образования отложений парафинов во внутренней части низкотемпературного сепаратора НТС. Существует также и ограничение минимально допустимых рабочих температур для материала исполнения низкотемпературного сепаратора, записанные в паспорте аппарата (минус 36), поэтому эффективность работы сепаратора исследовалась при следующих температурных режимах: минус 36, минус 34, минус 32, минус 30 и минус 28 ℃.

Анализ эффективности работы НТС проводился по следующим критериям: удельный выход нестабильного конденсата с УКПГ, удельное извлечение фракции C_1–C_2 в НК, удельное извлечение целевых фракций C_3-C_4 и C_{5+} в НК и их остаточное содержание в газе сепарации после НТС.

В серии расчетов определялось влияние температуры и давления в низкотемпературных сепараторах на удельный выход нестабильного конденсата (НК), извлечение компонентов группы C_{3+} в нестабильный конденсат и содержание компонентов группы C_1–C_2 в НК с разделителя второй ступени, а также его фракционный состав. Результаты расчетов удельного выхода НК показаны на рисунках 2, 3, 4. Сплошной линией обозначается 1-ая нитка, пунктирной 2-ая нитка, ФР – фактический режим работы ниток установки комплексной подготовки газа.

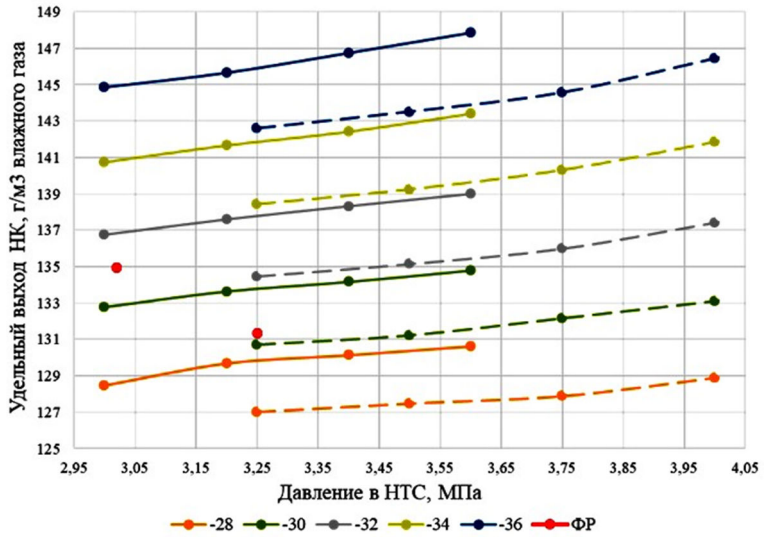

Рисунок 2 – Зависимость удельного выхода нестабильного конденсата от давления и температуры в низкотемпературном сепараторе

Как видно из рисунков 2, 3, увеличение удельного выхода нестабильного конденсата и компонентов группы C_{3+} в нестабильный конденсат происходит как с ростом давления в низкотемпературном сепараторе, так и при снижении температуры в аппарате. Из рисунка 4. видно, что содержание компонентов группы C_1–C_2 в нестабильном конденсате монотонно увеличивается как с ростом давления процесса, так и при снижении температуры сепарации.

С другой стороны, эффективность процесса НТС характеризуется также содержанием фракций C_{3+} и C_{5+} в товарном газе (рис. 5, 6). Сопоставляя все зависимости, можно сказать, что рост извлечения фракции C_{3+} в нестабильный конденсат при увеличении давления и уменьшении температуры в аппарате происходит в большей части за счет компонентов C_3–C_4.

Оптимальные режимные параметры должны приниматься из условия наиболее полного общего извлечения всего НК при его однофазном транспорте с УКПГ, то есть, повышение давления и уменьшение температуры в НТС до уровня максимального извлечения пропан-бутановой фракции вполне целесообразно.

Проанализировав теоретические и экспериментальные исследования, выявлено, что установка низкотемпературной сепарации работает не в оптимальных параметрах и не до конца использует свой потенциал. Повышение удельного выхода НК относительно фактического (текущего) режима

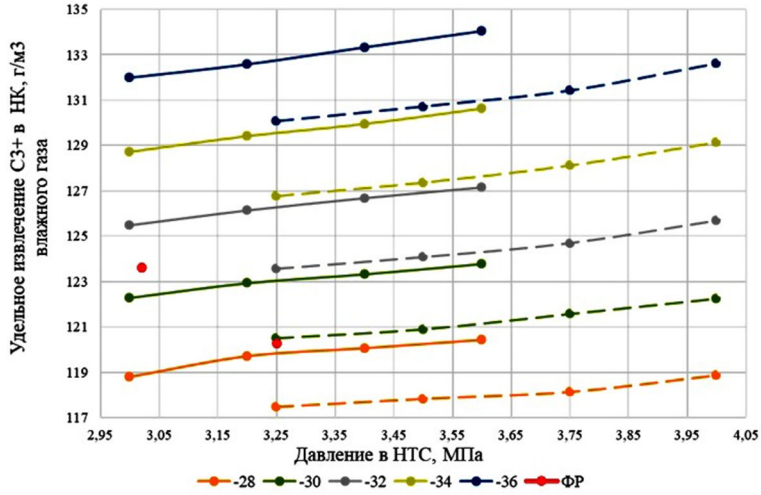

Рисунок 3 – Зависимость извлечения компонентов группы C_{3+} в нестабильный конденсат от давления и температуры в низкотемпературном сепараторе

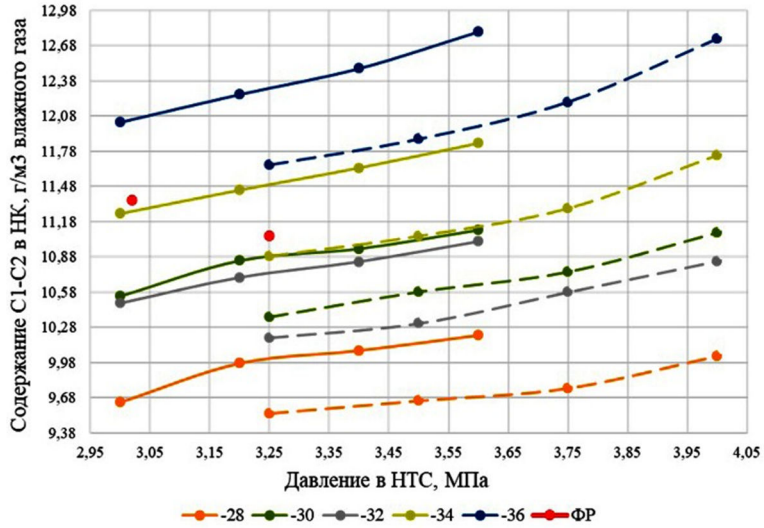

Рисунок 4 – Зависимость содержания компонентов группы C_1–C_2 в нестабильном конденсате от давления и температуры в низкотемпературном сепараторе

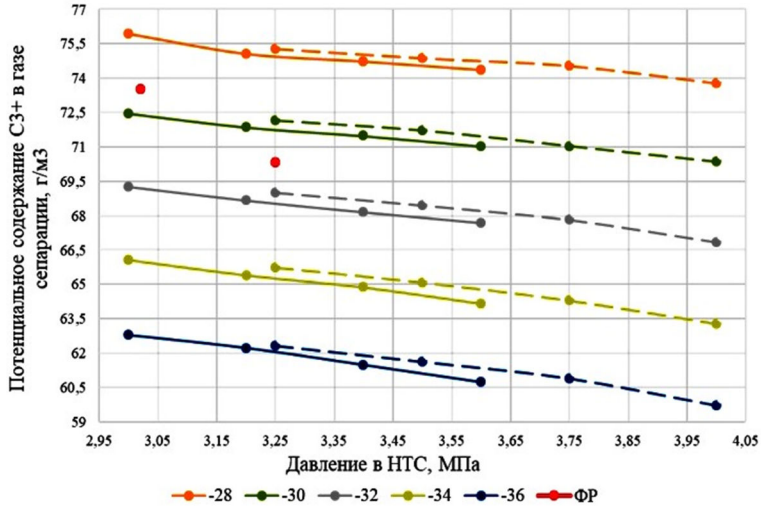

Рисунок 5 – Зависимость содержания компонентов группы C_{3+} в газе сепарации от давления и температуры в низкотемпературном сепараторе

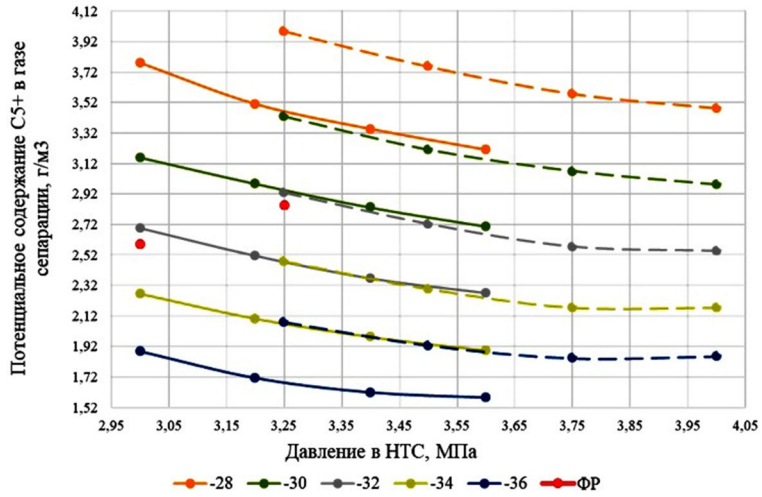

Рисунок 6 – Зависимость содержания компонентов группы C_{5+} в газе сепарации от давления и температуры в низкотемпературном сепараторе

можно достичь либо понижением температуры, либо повышением давления в НТС. Увеличение давления в НТС возможно, но не в широком диапазоне из-за постоянного падения давления на входе в установку. Так же по мере разработки месторождения с каждым годом происходит снижение конденсатного фактора, что приводит к уменьшению добычи нестабильного газового конденсата. Учитывая все вышеизложенное, целесообразно перейти на постоянный режим работы на первую ступень действующей дожимной компрессорной станции (ДКС), что позволит повысить давление в НТС с 3,10…3,25 МПа до 3,75…4,0 МПа и расширить диапазон рабочих температур с допустимых –32 ℃ до –35 ℃, что вполне допустимо по ГОСТам на конструкционные материалы. За счет этого извлечение фракций С3+ в НК повышается на 9,8 г/м^3 или 20 т/сутки.

Список литературы:

1. Истомин В.А. Низкотемпературные процессыпромысловой обработки природных газов. – М. : ИРЦ Газпром, 1999. – Ч. 2. – 58 с.
2. Кубанов А.Н. Интенсификация промысловой низкотемпературной обработки природных газов на северных месторождениях : дис. … канд. тех. наук. – М., 1998. – 111 с.
3. Кутуков В.В. Оценка влияния термобарических условий на эффективность процесса низкотемпературной абсорбции при промысловой подготовке газа на месторождении Крайнего Севера / В.В. Кутуков, А.И. Пономарёв, В.В. Чеботарёв // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 11. – С. 147–156.

List of references:

1. Istomin V.A. Low-temperature processes of field processing of natural gases. – M. : IRC Gazprom, 1999. – Part 2. – 58 p.
2. Kubanov A.N. Intensification of field low-temperature processing of natural gases in northern fields : dis. ...cand. those. Sci. – M., 1998. – 111 p.
3. Kutukov V.V. Assessment of the influence of thermobaric conditions on the efficiency of the low-temperature absorption process during field gas treatment in the Far North field / V.V. Kutukov, A.I. Ponomarev, V.V. Chebotarev // News of Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering. – 2020. – Vol. 331. – № 11. P. 147–156.