

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Лебедева Михаила Сергеевича «Исследование процесса низкотемпературной сепарации углеводородов на объектах малотоннажного производства сжиженного природного газа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

Актуальность темы

Тема диссертации и поставленные в рамках неё задачи затрагивают сразу несколько актуальных направлений повышения эффективности Единой системы газоснабжения: получение дополнительного побочного продукта; утилизация энергии давления природного газа на газораспределительных станциях (ГРС); повышение качества сжиженного природного газа (СПГ); предотвращение образования газовых гидратов при редуцировании; сокращение потерь природного газа и вредных выбросов при ремонтах и внутритрубных диагностированиях.

Содержание диссертации

В работе проведён обзор литературных источников. Предложена технологическая схема отделения тяжёлых фракций природного газа. На основе моделирования с помощью моделей, верифицированных на значениях параметров реальных объектов, представлены графики зависимостей основных параметров предложенной схемы от давления и температур. Рассмотрены возможности и эффективности её применения для различных задач: предварительная сепарация на ГРС перед автомобильной газонаполнительной компрессорной станцией (АГНКС); сепарация в схеме малотоннажного производства СПГ; при сохранении части стравливаемого природного газа из магистральных газопроводов при ремонте и диагностировании. Дополнительно проанализирован состав получаемых конденсатов с выработанным решением по полезному использованию неиспаряемого остатка и проанализированы отклонения параметров технологического процесса рассматриваемого малотоннажного завода СПГ от проектных.

Научная новизна

Основными научными результатами являются полученные зависимости основных характеристик получаемой сжиженной фракции от давления и состава магистрального газа, а также температуры окружающей среды. На их основании возможно оценивать эффективность получения СУГ в различных условиях и на различных газотранспортных объектах.

Кроме этого, исследован и запатентован «Растворитель на основе тяжелых углеводородов», получаемый как побочный продукт извлечения тяжёлых фракций на этапе сепарации.

Степень обоснованности научных положений и выводов

При выполнении работы был произведён анализ литературных источников и патентных материалов; использовалось сертифицированное расчётное программное обеспечение GIBBS; была проведена верификация используемых моделей технологических схем на данных реальных производственных объектов; оценка эффективности предложенных решений также основывается на значениях параметров реальных производственных объектов.

Практическая ценность

Стоит отметить системность подхода к решению вопросов в области темы диссертации. Автором последовательно была предложена технологическая схема получения СУГ; оценена эффективность её применения для предварительной сепарации перед АГНКС, на объекте малотоннажного производства СПГ, для сокращения количества стравливаемого газа при ремонтах и диагностированиях; исследован и запатентован состав неиспаряемого остатка конденсата тяжёлых фракций; проанализированы отклонения от проектной работы объекта малотоннажного производства СПГ.

Практическая ценность работы дополнительно подтверждается справкой о практическом использовании результатов диссертационного исследования в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург».

Полнота опубликования результатов диссертационных исследований

Результаты работы отражены в 8 печатных работах, в том числе 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, из них 1 статья в издании, входящем в международные реферативные базы данных Scopus и WoS. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В первой главе рассматриваются схемы малотоннажного производства СПГ, эксплуатируемые ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», однако такие объекты есть и у других дочерних обществ ПАО «Газпром». Вероятно, что они обладают отличными технологическими схемами. Могут ли быть какие-либо ограничения в применимости предложенной автором схемы сепарации для других объектов производства СПГ на ГРС?

2. Обладают ли предложенные технологическая схема сепарации, технологическая схема мобильной установки, способ уменьшения себестоимости производства СПГ за счет

одновременного получения и реализации сжиженного углеводородного газа, метод ресурсосбережения при стравливании природного газа с линейной части газопроводов патентоспособностью?

3. Выходные параметры любых технологических схем различных процессов зависят не только от параметров входящих потоков флюидов и энергий, но и от параметров входящего в схему оборудования, причём не всегда линейно. По тексту диссертации понятно, что описанные во второй главе зависимости получены на основании какого-то одного набора параметров и типов используемого оборудования (каких именно не описывается). Верно ли, что вопрос зависимости основных характеристик получаемой жидкой фракции от непосредственно параметров оборудования (тип, геометрические размеры, материалы, эффективность и т.д.) остался за рамками рассматриваемой работы?

4. В работе отмечается, что предложенная на рис. 2.2 схема имеет особенность в виде отсутствия возможности регулирования температуры после регазификатора. Аналогично можно сказать и про давление. Если схема замыкается на выходной поток с ГРС, то получается, что ГРС не обеспечивает поддержание давления на заданном уровне, что является одной из главных её задач. Значит и АГНКС получает нестабильное входное давление. Даже в случае тщательного подбора параметров схемы под конкретный объект существует риск нестабильной работы в следствие нестабильностей процессов сети газопотребления и, как следствие, на ГРС. Есть ли какое-то решение или диапазон низкой чувствительности к изменениям величин расходов питания схемы? Предусматривается ли на выходе схемы сепарации регулятор давления? Или предложенная схема должна работать на линии постоянных расходов?

5. На странице 37 не очень понятно, почему в двух сепараторах, расположенных последовательно через дроссель, принимается одинаковое давление. «Для данного исследования давление в сепараторах №1 и №2 принято постоянным со значением 1,2 МПа, поскольку именно с таким давлением газ поступает на АГНКС.» При этом далее на странице 38 речь уже про давления от 2,5 МПа до 5,4 МПа.

6. При оценке эффективности снижения потребления топливного газа на подогрев природного газа следует учитывать, что при изменении мощности подогревателей изменяются и значения их коэффициентов полезного действия. В случае значительного снижения мощности подогревателей, особенно в случае недогрузки ГРС по производительности, может быть так, что подогреватели выгоднее будет периодически отключать.

7. В целом было бы лучше привести примеры расчётов экономических эффективностей, так как текстового описания недостаточно для полной оценки результатов.

8. В пункте 3.2. предлагается метод отбора пробы конденсата перед турбодетандером малотоннажного завода СПГ, повторяющий процесс предложенной во второй главе схемы сепарации. При этом, судя по рисунку 3.2. моделируется уже другая схема, причём более простая. В чём смысл приведения отбора проб к схеме, которая далее не моделируется? И допустимо ли использовать полученные во второй главе зависимости, которые относятся к «другой» схеме.

9. В таблице 3.3 расход перед турбиной составляет ровно 21000 кг/ч, а в таблице 2.3 18000 кг/ч. С чем связан рост расхода? Следовало бы приводить примеры выполнения такого рода расчётов для более простого восприятия полученных результатов.

10. Предполагается ли получение растворителя (петролейного эфира) в схемах получения СУГ на ГРС или этот продукт может быть получен только в конкретной схеме малотоннажного завода СПГ?

11. На сколько концентрация метана в СПГ может быть повышена для случая применения предлагаемой схемы сепарации на объектах малотоннажного производства СПГ, описанного в главе 3?

12. При оценке экономической эффективности важно учитывать вопрос логистики и наличия спроса на продукт в достижимом диапазоне расстояний. В диссертации это освещено не было, но было ли это рассмотрено в рамках работы?

13. Описанный в пункте 3.4 эксперимент о возможном смещении границы замерзания масла интересен, но не даёт чёткого понимания вклада этой причины в изменение перепада давления на теплообменнике, так как сам по себе перепад давлений зависит от входного давления нелинейно.

14. В связи с тем, что мобильная установка по получению СУГ представляет практический интерес, было бы интересно оценить не только часть её термодинамических параметров, но и остальные характеристики, влияющие на удобство и эффективность применения (перечень оборудования, тип, габариты, масса, мощность и т.д.). Кроме этого, не изменится ли, в связи с её мобильностью, технологическая схема?

15. Расчёт экономической эффективности применения мобильных установок должен проводиться с учётом инвестиций на покупку машин и потребного количества машин на ЛПУ МГ или дочернее общество.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертация Лебедева Михаила Сергеевича выполнена на достаточно высоком научном уровне. В работе решается важная задача повышения эффективности Единой системы газоснабжения России.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями. Работа четко структурирована, выдержана логичная последовательность изложения материала. Текст диссертации и описанные в ней результаты в полной мере иллюстрированы таблицами и графиками.

Автореферат и опубликованные работы соответствуют содержанию диссертации.

Содержание диссертации в полной мере соответствует паспорту специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, имеющую существенное значение для развития нефтегазовой отрасли.

Диссертационная работа «Исследование процесса низкотемпературной сепарации углеводородов на объектах малотоннажного производства сжиженного природного газа» полностью отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а соискатель Лебедев Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
технолог Департамента предиктивной
аналитики ООО «Цифровая
индустриальная платформа»

Дата: 28.11.2023

199178, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, 3-я линия
Васильевского острова, 62А
artem.belousov@idpllc.ru
8 (921) 373-44-88

Подпись к.т.н. Белоусова А.Е.
заверяю:
Директор по персоналу

Белоусов Артём Евгеньевич



Ерофеева Анна Игоревна