

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора **Китаева Сергея Владимировича** на диссертацию **Янчука Виталия Михайловича** «Разработка метода каскадного понижения давления при эксплуатации газопроводов с применением линейно распределенных запорно-регулирующих устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

1. Актуальность темы исследования

Обеспечение эффективности работы технологического оборудования магистрального транспорта газа, в том числе магистральных газопроводов, газопроводов-отводов и газораспределительных станций (ГРС) на режимах, обеспечивающих надежность и безопасность эксплуатации без дополнительных энергетических затрат является основным современным ориентиром совершенствования всей газотранспортной системы ПАО «Газпром» в целом.

Создание условий и режимов эксплуатации, при которых возможно уменьшить энергетические затраты на транспорт и распределение газа и достигнуть при этом экономии является сложной задачей, которая в настоящее время не решена в полной мере.

В первой главе диссертации, представляющей собой обзор и анализ проблемы сопутствующего охлаждения газа в процессе снижения давления на ГРС, выполнена систематизация факторов, влияющих на эффективность работы оборудования, определены недостатки существующих технических решений подогрева транспортируемого газа.

Несмотря на достаточно большое число научно-исследовательских работ и публикаций по теме исследования в части обоснования термобарических параметров и режимов транспортировки газа по газопроводам, проблема обеспечения эффективности эксплуатации оборудования и в этих условиях осталась.

Проведенный автором анализ использования подогревателей газа на ГРС, работающих на газовом топливе, показал их недостаточную энергетическую эффективность, а в ряде случаев и недостаточную надежность при эксплуатации.

Автор показывает, что, несмотря на все работы, проводимые в направлении повышения энергоэффективности подогревателей газа в целях снижения расхода топливного газа, принципиально новые направления

подогрева газа при его трубопроводной транспортировке до настоящего времени не прорабатывались. Все улучшения касаются либо отдельных конструктивных элементов подогревателей газа, оставляя при этом неизменным технологический принцип подогрева транспортируемого газа. Либо применяются новые методы, работающие на новых физических принципах, которые являются технологически сложными, и поэтому также малоэффективными в практических эксплуатационных условиях.

Поэтому, автор делает вывод, что с одной стороны существует проблема недостаточно эффективной эксплуатации стандартного газораспределительного оборудования, с другой стороны отсутствуют новые нетрадиционные методы, позволяющие минимизировать энергетические затраты при трубопроводной транспортировке природного газа.

Поэтому, для повышения эффективности эксплуатации газопроводов требуются аналитически и экспериментально обоснованные подходы и методы, базирующиеся на новых принципах управления термобарическими режимами магистральной транспортировки и газораспределения, а поставленная в настоящей работе цель – разработка метода каскадного понижения давления в газопроводах с применением геотермального маршрутного подогрева газа является актуальным направлением исследований.

Таким образом, тема исследования Янчука В.М. является актуальной для газотранспортной отрасли, она отвечает приоритетным направлениям решений научно-технических проблем ПАО «Газпром».

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и достоверность полученных результатов

В диссертационной работе изучены и проанализированы современные положения, отраженные в публикациях российских авторов и описывающие особенности промышленной технологии снижения давления газа на ГРС.

Подробно рассмотрено состояние, существующее в газотранспортной отрасли, по вопросу нормирования требований к температуре природного газа на выходе ГРС. На конкретных примерах выполнен анализ типовых отказов и нарушения в оборудовании ГРС при несоблюдении температурных режимов транспортировки газа. Дана оценка работоспособности технологического оборудования ГРС при транспортировке газа с отрицательной температурой. Выполнен анализ промышленной технологии нагрева газа на ГРС, отмечены ее достоинства и недостатки.

Автором предложена методика расчетной оценки режимов работы газопроводов-отводов при реализации каскадной технологии снижения давления газа. Результаты теоретических расчетных исследований основываются на основополагающих принципах и постулатах базовых и прикладных научных дисциплин, диссертант корректно использует методы математической обработки данных.

Достоверность расчетных данных параметров каскадного снижения давления газа в газопроводе-отводе (раздел 2.3.2 диссертации) обеспечивается удовлетворительным согласованием с результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов.

В разделе 3.2 диссертации автор оперирует экспериментально полученными данными температуры грунта и воздуха, давления транспортируемого газа. Научные положения и выводы диссертационной работы вытекают из результатов математического регрессионного анализа, выполненного на экспериментальных результатах и данных натурных измерений, полученных с помощью апробированных физических методов измерений на реальных объектах газопроводов-отводов.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. Экспериментальные исследования автором производились с применением средств измерений, прошедших метрологическую аттестацию.

Обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы доказываются результатами опытно-промышленной апробации предлагаемого метода каскадного понижения давления на реальных, находящихся в эксплуатации газопроводах-отводах. Обоснованность основных положений диссертационной работы подтверждается обсуждением полученных результатов на 10 научно-технических конференциях.

Таким образом, содержание текста диссертации Янчука В.М. подтверждает обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и достоверность полученных результатов.

3. Новизна полученных результатов

Новыми научными результатами, полученными В.М. Янчуком, являются:

1. Определены недостатки и ограничения стандартной технологии предварительного нагрева газа на ГРС, введена классификация отказов и нарушений, возникающих при нарушении температурных режимов транспортировки газа.

2. Предложен новый научный подход к энергосбережению при трубопроводной транспортировке природного газа по газопроводам-отводам, обеспечивающий уменьшение объемов генерации тепловой энергии для нагрева газа перед узлом редуцирования ГРС за счет использования тепловой энергии, возникающей попутно при компримировании газа на компрессорных станциях, а также за счет использования геотермальной энергии грунта.

3. Разработан новый метод каскадного понижения давления газа в газо-проводах-отводах, предполагающий использование последовательно расположенных линейных узлов редуцирования газа, распределенных вдоль газопровода. Получены расчетные выражения для определения оптимальной величины перепада давления транспортируемого газа на каждом ЛУР с учетом параметров расхода, давления и температуры газа, температуры грунта, температуры воздуха.

4. Разработана новая перспективная конструкция линейного запорно-регулирующего устройства, обладающая двойным функциональным назначением – для перепуска газа с заданным перепадом давления и для герметичного перекрытия потока рабочей среды газопровода, с возможностью пропуска внутритрубных устройств в открытом положении запорной арматуры.

5. На основе математического анализа данных получен комплекс регрессионных зависимостей, определяющих параметры температуры и давления газа с учетом конструктивно-технологических параметров газопровода и характеристик вмещающей грунтовой среды, позволяющих определять оптимальные режимы эксплуатации линейных узлов редуцирования газа, установленных на газопроводе для ступенчатого редуцирования газа.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Значимость полученных Янчуком В.М. результатов для науки заключается в выдвижении новой научной идеи замены использования «локализованный» на «распределенный» принцип понижения давления транспортируемого газа при подаче его потребителю. Расчетная модель, описывающая параметры перекачки газа при его ступенчатом редуцировании, является существенно более сложной в сравнении с равномерной перекачкой газа со стационарными параметрами, поэтому ее получение представляет большой интерес в научном плане.

Также интерес для науки представляет выдвинутый новый научный подход к полезному использованию тепловой энергии, выделяющейся попутно и сопровождающей технологические процессы сжатия газа на компрессорных станциях и процессы поглощения тепловой энергии, сопровождающей процессы снижения давления газа на газораспределительных станциях. В обоих указанных случаях указанная тепловая энергия возникает из кинетической энергии теплового движения молекул сжимаемого или разреженного газа, сравнимой с потенциальной энергией их взаимодействия, что в определенной степени уточняет положения молекулярно-кинетической теории газов.

Значимость полученных Янчуком В.М. результатов для практики заключается в возможности их практического использования при проектировании, строительстве и реконструкции газотранспортных систем. В частности, при изменении конфигурации потребителей газа, что особенно актуально для современных условий, требуется реформатирование существующей газотранспортной сети в части подстройки сложившейся инфраструктуры под изменившиеся объемы перекачки газа, что требует изменения термобарических режимов эксплуатации газопроводов. При использовании научно-практического подхода, предложенного В.М. Янчуком, возникает возможность корректировки режимов эксплуатации газопроводов, за счет применения локально распределенных узлов понижения давления, адаптированных под новые условия.

Ценность работы В.М. Янчука также заключается в практической апробации нового метода каскадного понижения давления газа на действующем газопроводе-отводе, включая не только его расчетное обоснование, но и физическое изготовление, монтаж на газопроводе и проведение опытных режимных настроек линейных узлов редуцирования.

В результате при опытно-промышленной апробации метода каскадного снижения давления транспортируемого газа достигнуто сокращение потребления топливного газа на ГРС на 89 %, что является наиболее значимым практическим результатом, полученным В.М. Янчуком.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений, содержит 173 страницы текста, включая 95 рисунков, 18 таблиц и списка литературы из 121 наименования.

Диссертация грамотно структурирована по разделам, содержание и наполнение разделов соответствует поставленным задачам и защищаемым положениям. Поставленные задачи решены в полной мере, по каждому

разделу сделаны выводы, которые являются обоснованными, так как подтверждаются результатами проведенного анализа, расчетными и экспериментальными данными.

Разделы диссертации соответствуют традиционному наполнению диссертационных работ, первая глава содержит обзор и анализ, вторая глава включает расчетную часть, третья глава содержит экспериментальные результаты, четвертая глава - практические рекомендации и новые конструктивные решения, разработанные по теме диссертации. Каждый из этапов исследования имеет обоснование, что свидетельствует о глубоком теоретическом осмыслении автором поднятых вопросов. По каждой главе и работе в целом подведены итоги исследований.

Диссертационная работа содержит достаточное количество рисунков, схем, диаграмм, графиков, таблиц, отражающих полученные фактические экспериментальные данные и расчетные результаты.

6. Публикации, отражающие основное содержание работы

Основное содержание диссертации отражено в 17 опубликованных научных трудах автора, в том числе в 5 статьях в ведущих рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Ключевые положения диссертации докладывались и обсуждались на 10 научно-технических конференциях.

7. Соответствие содержания автореферата основным выводам диссертации

Автореферат соответствует основному содержанию диссертационной работы, содержит все необходимые подразделы, включая научную новизну, практическую ценность, защищаемые положения, и другие. Содержание автореферата в сжатой форме корректно передает текст диссертации, выводы, отраженные в автореферате, соответствуют выводам, отраженным в тексте диссертации.

8. Основные замечания и рекомендации по диссертации

По результатам рассмотрения диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации (с. 78, п. 2.3.4) приведено описание разрабатываемой технология каскадного понижения давления газа в газопроводах-отводах, которая обеспечивает энергосбережение в процессе трубопроводной транспортировки газа с использованием нагрева транспортируемого газа за счет теплообмена газопровода и грунта. При этом,

в тексте диссертации отсутствует информация об области применения указанной технологии, очевидно, что имеются ограничения. Например, холодный климат, мерзлые грунты не будут обеспечивать нагрев газа. Также, вероятно, не будет эффективным применение технологии на газопроводах ограниченной протяженности, при которой газ не будет успевать нагреваться от грунта. Поэтому, из практических соображений следует конкретизировать область применения разрабатываемой технологии и указать основные ее ограничения.

2. Известно, что степень охлаждения газа при снижении давления в линейном узле редуцирования будет определяться различными параметрами, в том числе, компонентным составом дросселируемого газа. При повышении доли тяжелых компонентов (этана, пропана и пр.) степень охлаждения газа будет увеличиваться. Эти вариации в расчетах учитываются через коэффициент Джоуля-Томсона, который имеет некоторый разброс, однако в работе это влияние не учитывалось, расчеты выполнены по некоторой усредненной величине коэффициента Джоуля-Томсона. Соответственно, при изменении входных данных, параметры теплообмена газопровода и грунта могут принимать другие значения, в конечном итоге оказывая влияние на эффективность предлагаемого метода.

3. При реализации предлагаемого метода в случае несоблюдения требований по предельно допустимой температуре точки росы по воде и углеводородам для природного газа, поставляемого потребителям, потенциально возможны проблемы гидратообразования, о которых автор упоминает в разделе 1.4.1 (с. 16 текста диссертации). При этом, далее по тексту, по ходу разработки предлагаемой технологии, автор об этой проблеме не упоминает, специальных мер в этом отношении не предложено.

Отмеченные замечания не снижают высокой научной и практической ценности диссертационного исследования, представленного В.М. Янчуком к защите. В ходе данного исследования получены новые научные знания, имеющие важность для повышения эффективности транспортировки природного газа по газопроводам. Достигнутые результаты, успешно внедренные на газопроводе «Микунь-Сыктывкар», целесообразно использовать в практике проектирования, строительства и эксплуатации газопроводов.

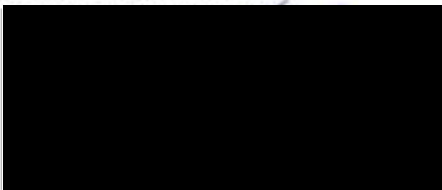
9. Заключение по диссертации

Диссертационная работа Янчука Виталия Михайловича «Разработка метода каскадного понижения давления при эксплуатации газопроводов с применением линейно распределенных запорно-регулирующих устройств»,

представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», обладает научной новизной и практической ценностью, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной задачи разработки метода каскадного понижения давления при эксплуатации газопроводов, для его последующей реализации в процессе проектирования, строительства и реконструкции газопроводов, что имеет существенное значение для повышения энергетической эффективности транспортировки газа.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Янчук Виталий Михайлович достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», доктор технических наук, профессор
(25.00.19 - Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ)



Сергей Владимирович Китаев

ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический
университет" (ФГБОУ ВО "УГНТУ")
Почтовый адрес: Россия, 450064, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, корпус 2, к. 207.
Телефон: 8(347) 243-12-11
E-mail: pte@rusoil.net

Подпись Китаева С.В. заверяю:

«18»

