

Публичное акционерное общество «Газпром»
Общество с ограниченной ответственностью
«Газпром ВНИИГАЗ»

VII Международная научно-техническая конференция

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ESGI-2021)**

7–8 декабря 2021 г.

Тезисы докладов

Экологическая безопасность в газовой промышленности: тезисы докладов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2021. – 62 с.

Настоящий сборник составлен по материалам VII Международной научно-технической конференции, проходившей в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 7–8 декабря 2021 г.

Структура сборника соответствует программе конференции.

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Экологическая безопасность и энергоэффективность Газпрома – новые разработки ВНИИГАЗа

М.Ю. Недзвецкий
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Мировой тренд по переходу на низкоуглеродную экономику, необходимость обеспечения минимизации воздействия на климат и окружающую среду, снижения расхода топливно-энергетических ресурсов на собственные технологические нужды и потери, диверсификация рынка газа, изменение российского природоохранного законодательства – современные вызовы, стоящие перед ПАО «Газпром». Накопленные Институтом – головным научным центром ПАО «Газпром» – научные компетенции и знание проблем отрасли позволяют своевременно отвечать на такие ключевые вызовы высокоэффективными новыми технологиями и техническими решениями.

Среди разрабатываемых технологических решений можно отметить следующие: технологии производства, хранения и транспортировки водорода; улавливания, использования и хранения CO₂; производства биопротеина и биопрепаратов; рекультивации, очистки и ликвидации углеводородных загрязнений; повышения энергоэффективности, снижения воздействия на компоненты окружающей среды и др.

Решения новых задач, предлагаемые Институтом, позволят ПАО «Газпром» сохранить лидирующие позиции на глобальном энергетическом рынке как экологоориентированной и социально-ответственной компании.

Цифровая глобальная декарбонизация газодобычи

*А.Н. Дмитриевский (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина),
Н.А. Еремин (ИПНГ РАН)*

Одним из положительных эффектов глобальной цифровой декарбонизации газодобычи является то, что она закладывает базис для достижения нулевого углеродного следа при освоении газовых ресурсов углеводородов в Арктике. На основе Указа Президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов» 2 июля 2021 г. был опубликован Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов», который вступает в силу 30 декабря 2021 г. Закон устанавливает перечень мер, направленных на ограничение выбросов парниковых газов, нормативы предельно допустимых выбросов и общие положения по реализации климатических проектов. Правительству поручено разработать Стратегию долгосрочного развития РФ до 2050 г. с низким уровнем выбросов парниковых газов, в том числе обеспечить к 2030 г. сокращение выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 г. Минэкономразвития РФ подготовило проект постановления Правительства РФ, передающий функции оператора реестра углеродных единиц Национальному расчетному депозитарию. «Зеленый» газ, т.е. газ с нулевым углеродным следом, по оценкам экспертов, может принести газовой компании дополнительной выручки до \$49/1000 м³.

Выявлены основные системные проблемы в сфере реализации цифровой модернизации газодобычи, а именно подготовка кадров для цифровизации производства газа, включая специалистов по цифровой декарбонизации газодобычи, кибербезопасности и петророботизации; правовые и гуманитарные аспекты применения автоматизированных систем и использования петроробототехники. Российские газовые компании планируют использование элементов цифровой декарбонизации с опорой на масштабную автоматизацию бизнес-процессов, информационные технологии, сенсоры, цифровые двойники, искусственный интеллект.

В контексте глобальной цифровой декарбонизации газодобычи потребность в интеллектуализации скважинных операций (бурение, приток, добыча, консервация) как никогда высока. Системы искусственного интеллекта позволяют достичь экологически безопасного уровня управления газовыми операциями за счет своевременного предотвращения осложнений и аварий в газовом производстве, а также нивелирования влияния человеческого фактора на эффективность принятия управленческих решений. Как показали исследования, человек является причиной до 70 % осложнений и аварий в газовом производстве. На принятие решения человеком влияют и его психофизиологическое состояние, здоровье, питание и неблагоприятные природно-климатические факторы Арктики. На каждую тонну добытого условного топлива приходится до \$0,5 потерь из-за человеческого фактора.

Значительные улучшения в технологии сбора больших геоданных в жизненном цикле газовых скважин (бурение, эксплуатация, капитальный ремонт) способствовали разработке передовых систем предотвращения осложнений и аварий, основанных на выявлении скрытых закономерностей в больших геоданных с исполь-

зованием методов искусственного интеллекта. В докладе приводится описание созданной автоматизированной системы предотвращения аварийных ситуаций в жизненном цикле газовых скважин (бурение, эксплуатация и консервация) с использованием методов искусственного интеллекта. В работе использовались большие геоданные, полученные в режиме реального времени с геологических и технологических измерительных станций во время бурения в Северном море. В докладе обосновывается выбор оперативных и эффективных методов предотвращения осложнений и чрезвычайных ситуаций при строительстве газовых скважин с использованием методов искусственного интеллекта. Значительная часть работы была посвящена предварительной обработке данных, выбору системы признаков для каждого вида осложнения, нормализации и маркировке входных больших геоданных. Преимуществом созданной автоматизированной системы предотвращения осложнений и чрезвычайных ситуаций на скважинах с использованием методов искусственного интеллекта является способность «запоминать» закономерности возникновения чрезвычайных ситуаций, возможность непрерывного дополнительного обучения в процессе эксплуатации для адаптации к различным горно-геологическим условиям. Целью предварительной обработки больших геоданных является создание алгоритма искусственного интеллекта, который устраняет ошибочные данные, заменяет пропущенные значения и преобразует весь набор данных в ценную информацию (например, помеченные данные о бурении и газодобыче), которая впоследствии будет правильно интерпретирована и использована для обучения нейронных сетей. Предусмотрена возможность работы в составе распределенных аппаратно-программных комплексов с функцией защиты информации от несанкционированного доступа. В течение 2019–2021 гг. были получены шесть свидетельств о регистрации компьютерных программ и два патента на изобретение.

Задачи по сокращению объемов сжигания и технологических потерь углеводородных газов, направленные на реализацию Россией условий Парижского соглашения

Л.И. Твердохлебов

(Комитет Госдумы РФ по энергетике, Комитет Совета Федерации РФ по экономической политике,

Комиссия РАН по внедрению инновационных технологий)

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации «О сокращении выбросов парниковых газов», в целях реализации Парижского соглашения от 12.12.2015 Правительством Российской Федерации разработана и утверждена «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года», призванная обеспечить к 2030 г. сокращение выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 г.

В связи с этим остро стоит вопрос об организации инструментального мониторинга объемов сжигания и эмиссии парниковых газов в нашей стране. Например, цифры по объемам сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) в России, публиковавшиеся в зарубежных источниках в начале 2000-х гг., практически не отличались от суммарных объемов его добычи.

Было достигнуто, чтобы данные об объемах сжигания ПНГ в странах – участницах международной организации «Глобальная инициатива по метану» представлялись также в виде удельных объемов на единицу добытой нефти. В результате из 30 основных нефтегазодобывающих стран Россия уже в 2015 г. по удельному объему сжигания ПНГ (5 м³/барр.) занимала 20-е место из 30 крупнейших нефтегазодобывающих стран. При этом нельзя не отметить более низкие удельные объемы сжигаемого ПНГ в Саудовской Аравии – 1,0 м³/барр., в Канаде – 1,5, в Китае – 2,0 и в США – 2,7 м³/барр.

В докладе представлены сведения о существующих приборах и технологиях, разработанных в мире для осуществления контроля объемов сжигания и эмиссии углеводородных газов.

Важно отметить: сегодня в России нет публикаций об отечественных приборах для дистанционного определения объемов сжигания и эмиссии углеводородных газов в атмосфере, в том числе с помощью космического зондирования.

В заключение предлагается обратиться к Правительству РФ с предложением: 1) рассмотреть возможность выделения финансирования на разработку, опытно-промышленные испытания и внедрение приборов для дистанционного определения объемов сжигания ПНГ и эмиссии углеводородных газов в атмосферу и/или на приобретение таких приборов у зарубежных производителей; 2) поручить госкорпорации «Роскосмос», используя возможности спутникового зондирования, осуществлять мониторинг объемов сжигания на факелах углеводородных газов по результатам интерпретации космических съемок нефтегазодобывающих регионов нашей страны.

Основные принципы и планы внедрения в Российской Федерации квотирования выбросов в атмосферу на основе сводных расчетов

А.Ю. Недре

(ФГБУ «ГосНИИ промышленная экология»)

В докладе описываются основные принципы квотирования выбросов в атмосферу на основе сводных расчетов, которые базируются:

- на учете влияния на загрязнение атмосферы не только одного нормируемого промышленного предприятия и фона по ограниченному перечню веществ, а всех источников выбросов, включая транспорт и частное отопление;
- учете загрязнения не в одной расчетной точке, а комплекса контрольных точек;
- оценке допустимого вклада в концентрацию в контрольной точке;
- возможности для предприятия самостоятельного распределения квот выбросов по своим источникам выбросов;
- возможности для предприятия использовать компенсационные мероприятия, предлагаемые субъектом РФ в случае отсутствия возможности достижения допустимого вклада в концентрацию.

Приводится обзор нормативно-методической базы, регламентирующей квотирование выбросов, и планов по внедрению данного метода нормирования, а также анализ ожидаемых выгод и рисков для предприятий ПАО «Газпром».

О государственной политике в области ограничения парниковых газов в топливно-энергетическом комплексе

М.М. Дыган

*(Российское энергетическое агентство Министерства энергетики
Российской Федерации)*

Россия ведет целенаправленную политику, ориентированную на повышение эффективности производства и потребления энергии, что позволяет сокращать выбросы парниковых газов в отраслях топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и переходить на принципы низкоуглеродного развития.

В настоящее время регулирование выбросов и поглощения парниковых газов в Российской Федерации определяется такими документами, как Парижское соглашение, указ Президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов», федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов». Кроме того, в целях перехода к низкоуглеродной и менее зависимой от экспорта ископаемого топлива экономике Правительством РФ утверждена Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года.

В ТЭК также проделана и продолжает осуществляться большая работа. Из 2 млрд т парниковых газов, выбрасываемых Российской Федерацией, на ТЭК приходится больше половины (53,5 %). В 2019 г. объектами ТЭК России обеспечено снижение выбросов парниковых газов в атмосферу на 32 % от уровня 1990 г. Также следует отметить, что 81 % произведенной электроэнергии уже сегодня приходится на безуглеродные или низкоуглеродные источники энергии.

Основной вклад в сокращение и предотвращение выбросов парниковых газов внесли мероприятия субъектов ТЭК, такие как: модернизация тепловых электростанций, снижение потерь в тепловых и электрических сетях, приоритетное использование комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, переход на наилучшие доступные технологии, увеличение доли возобновляемых источников энергии при генерации тепловой и электрической энергии, утилизация попутного нефтяного газа и снижение фугитивных выбросов метана, строительство атомных станций и гидроэлектростанций, ввод в эксплуатацию солнечных и ветряных электростанций и др.

Минэнерго России предусматривает дальнейшую трансформацию ТЭК в рамках задачи развития с низким уровнем выбросов парниковых газов, что, в том числе, заложено в Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года (далее – Энергостратегия) и плане ее реализации. Энергостратегией поставлена цель достичь к 2024 г. соотношения общего объема выбросов парниковых газов текущего года к объему выбросов в 1990 г. не более 70–75 %. С 2024-го по 2035 г. этот показатель будет стабилизирован на том же уровне, несмотря на прогнозируемый рост производства. Также для достижения целевых показателей предусматривается снижение удельных расходов топливно-энергетических ресурсов на собственные технологические нужды при транспорте газа на 12 % к 2024 г. и на 17 % к 2035 г. и соответ-

ственное увеличение коэффициента полезного использования попутного нефтяного газа до 90 и до 95 %.

Вместе с тем распоряжениями Правительства Российской Федерации утверждены:

- план мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года» (№ 2634-р от 12.10.2020);
- Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации (№ 2162-р от 05.08.2021);
- Долгосрочная программа развития производства сжиженного природного газа (СПГ) в Российской Федерации (№ 640-р от 16.03.2021);
- план мероприятий по развитию рынка малотоннажного СПГ и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 года (№ 350-р от 13.02.2021).

Также усовершенствована нормативная база по предоставлению проектам в сфере возобновляемой энергетики на розничных рынках электрической энергии, в том числе на изолированных территориях, мер государственной поддержки (постановление Правительства Российской Федерации от 29.08.2020 № 1298).

Таким образом, ТЭК России – как в части государства, так и в части энергетических компаний – предпринимает необходимые усилия для достижения обозначенных целей и задач в области ограничения парниковых газов.

Углеродное регулирование в Российской Федерации: вызовы и возможности

*Н.Б. Пыстина, А.В. Терехнев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

ПАО «Газпром» вовлечен в деятельность по сокращению выбросов парниковых газов (ПГ) с момента принятия и ратификации Киотского протокола в России, то есть с 2004 г. В Компании накоплен большой практический и научный опыт в области ресурсосбережения, энергоэффективности использования топливных и энергетических ресурсов, охраны окружающей среды, реализации проектов и внедрения технологий, обеспечивающих сокращение выбросов парниковых газов.

Следует иметь в виду, что метан – парниковый газ, который в России, в отличие от большинства мировых стран, классифицируется как «загрязняющее вещество», и его выбросы нормируются и подлежат государственному контролю. Кроме того, метан, являясь основным компонентом природного газа, для ПАО «Газпром» – товарная продукция. Разработка и внедрение технологий снижения выбросов ПГ уже сейчас являются приоритетными для газовой науки и промышленности. В условиях низкоуглеродной трансформации мировой экономики использование природного газа в топливных энергетических комплексах стран – участников Парижского соглашения приобретает стратегическую значимость для достижения климатических целей.

В Российской Федерации принят Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» и находятся на стадии обсуждения соответствующие подзаконные акты, предписывающие обязательность представления отчетов о выбросах ПГ, выполнения целевых показателей и добровольность реализации климатических проектов, создание системы обращения углеродных единиц и верификацию результатов климатической деятельности. В рамках проводимых экспериментов на уровне регионов планируется введение системы квотирования выбросов парниковых газов и соответствующих платежей за превышение установленных квот.

Если рассматривать мировой энергопереход как вызов, то для такой глобальной энергетической компании, как «Газпром» открываются новые перспективы и возможности в области контроля и мониторинга выбросов парниковых газов, развития методологии учета поглощения ПГ, создания и широкого внедрения технологий получения и использования энергоресурсов и продуктов с низким углеродным следом, развития технологий и создания нового бизнес-процесса утилизации парниковых газов.

Измерение углеродного следа: проблемы и пути решения

*А.Н. Пронин
(ВНИИМ им. Д.И. Менделеева)*

Климат планеты стремительно меняется. И одна из тому причин – это повышение уровня выбросов парниковых газов, в частности диоксида углерода (углекислого газа) – CO_2 .

Правительства стран – импортеров углеводородного топлива вплотную подошли к необходимости внедрения в практику международной торговли механизмов пограничного углеродного регулирования посредством специального сбора на энергоемкие виды импортируемой продукции (Carbon Border Adjustment Mechanism). Реализация указанной инициативы потребует повсеместного применения методики оценки углеродного следа.

В Российской Федерации основным документом для определения объемов выбросов парниковых газов предприятием является приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации».

В соответствии с данным приказом количественное определение выбросов от стационарного сжигания топлива выполняется расчетным методом по отдельным источникам, группам источников или организации в целом.

Плюсы расчетного метода:

- условно минимальные затраты на составление отчета;
- простота получения исходных данных.

Минусы расчетного метода:

- оценочный характер расчетов;
- применение наилучших доступных технологий на предприятии не дает реального учета эффекта уменьшения выбросов парниковых газов, в итоге расчет оказывается завышен в разы;
- недоверие инвесторов.

Главная проблема в настоящее время – оценка выбросов методом коэффициентов и материально-сырьевого баланса – приводит к завышению объемов выбросов и не отражает в полной мере усилия компании по совершенствованию технологических процессов.

Решением данной проблемы может стать разработка методики, обеспечивающей получение юридически значимых в Российской Федерации и за рубежом данных за счет измерений фактических выбросов и определения реальных коэффициентов эмиссии на однотипных объектах производства.

Применение данного подхода позволит:

- с максимальной точностью оценить фактические выбросы парниковых газов с учетом применяемых в производстве технологий;

- получить юридически значимые результаты измерений выбросов парниковых газов;
- обеспечить признание полученных данных за рубежом через Соглашение о взаимном признании и эквивалентности национальных эталонов, сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами (CIPM MRA);
- минимизировать затраты предприятий на определение фактического углеродного следа;
- аргументированно уточнять ESG-стратегии компании на основе реальных полученных данных о выбросах парниковых газов;
- повысить доверие инвесторов.

Новые и актуализированные национальные коэффициенты выбросов для оценки эмиссий CH_4 при операциях с природным и попутным газом

*В.А. Гинзбург, И.Л. Говор, А.И. Нахутин, Н.В. Попов
(Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля),
К.В. Романов (ПАО «Газпром»)*

Фугитивные (летучие) выбросы CH_4 вносят существенный вклад в общие антропогенные выбросы парниковых газов в атмосферу Земли. Особенно актуальной проблема их учета и мониторинга становится в связи с реализацией Парижского соглашения и общими процессами декарбонизации мировой экономики.

В национальных кадастрах антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, которые разрабатываются в соответствии с методологическими подходами Межправительственной группы экспертов по изменению климата и представляются в качестве отчетных документов по международным соглашениям, точность оценки фугитивных выбросов может быть увеличена путем применения национальных коэффициентов выбросов, позволяющих адекватно учитывать технологические, организационные и другие особенности, существующие в каждой отдельной стране.

Авторами с учетом данных российских компаний и государственной статистической отчетности выполнены разработка и актуализация национальных коэффициентов выбросов для транспортировки природного газа по магистральным трубопроводам, процессов сжигания при добыче и подготовке природного газа и сжигания попутного нефтяного газа. Разработанные коэффициенты могут быть использованы в российском национальном кадастре и найти применение в других областях.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ А

Обеспечение экологической безопасности: проблемы, пути и способы решения

«Регуляторная гильотина» – что изменилось

*С.В. Коняев, В.А. Александров
(ПАО «Газпром»)*

В рамках Послания Президента Федеральному Собранию, Правительству Российской Федерации было поручено внести в законодательство Российской Федерации изменения, предусматривающие отмену с 01.01.2021 всех нормативных правовых актов, устанавливающих требования, проверяемые при осуществлении государственного контроля (надзора), и введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанные с учетом риск-ориентированного подхода. Данная процедура получила название «регуляторная гильотина».

Работа по реализации «регуляторной гильотины» проводилась в соответствии с утвержденной 29.05.2019 Правительством Российской Федерации «дорожной картой» с обязательным привлечением всех заинтересованных сторон, в том числе представителей предпринимательского, экспертного, научного сообществ. Установлен срок реализации 2019–2020 гг. В результате реализации механизма «регуляторной гильотины» изменилось количество как НПА, так и обязательных требований. Из 221 проанализированных нормативных правовых актов, актуальных для объектов ПАО «Газпром» и действующих в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, после 01.01.2021:

- 55 шт. (~25 %) признаны утратившими силу;
- 166 шт. (~75 %) продолжили действовать;
- 36 шт. приняты на замену признанным утратившим силу.

За период с 2019 по сентябрь 2021 г. количество обязательных требований изменилось следующим образом.

В области охраны окружающей среды претерпели изменения 144 требования, из них:

- введено новых требований – 106 шт. (~74 %) (с увеличением административной нагрузки – 85 шт., со снижением административной нагрузки – 21 шт.);
- скорректировано/отменено существующих требований – 38 шт. (~26 %) (с увеличением административной нагрузки – 16 шт., со снижением административной нагрузки – 16 шт., отменено – 6 шт.).

В сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения изменены 19 требований, из них:

- введено новых требований – 5 шт. (~26 %) (все связаны с увеличением административной нагрузки);

- скорректировано/отменено существующих требований – 14 шт. (~74 %) (с увеличением административной нагрузки – 2 шт., со снижением административной нагрузки – 7 шт., отменено – 5 шт.).

В период реализации механизма «регуляторной гильотины» в отношении дочерних обществ ПАО «Газпром», осуществляющих добычу, транспортировку, подземное хранение, переработку природного газа и строительство объектов, дополнительно введен ряд существенных процедур и требований.

В докладе проведен детальный анализ изменения экологических и санитарно-эпидемиологических требований в отношении объектов ПАО «Газпром», произошедших в период реализации механизма «регуляторной гильотины» и задач по их реализации.

Обеспечение экологической безопасности на эксплуатируемых объектах Киринского ГКМ

Ю.Н. Власенко

(ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»)

Особенности технологии подводной добычи на Кириномском ГКМ: минимизация воздействия на окружающую среду.

Основные направления природоохранной деятельности компании: производственный экологический мониторинг и контроль, рациональное использование природных ресурсов, поддержка биоразнообразия, компенсационные мероприятия.

Экологическая безопасность: предупреждение чрезвычайных ситуаций – идентификация возможных причин техногенного и природного характера; техническое обслуживание эксплуатируемого оборудования, проведение геоинформационного и сейсмического мониторинга, литодинамическое функционирование прибрежной зоны.

Учет выбросов парниковых газов. Потенциальный участник эксперимента по установлению специального регулирования выбросов и поглощения парниковых газов в Сахалинской области: прогнозирование, оценка рисков, планирование.

Эффективное решение задач создания автоматических систем мониторинга на основе инжиниринга

*Г.А. Ярыгин, В.И. Равикович, О.В. Лукьянов, М.В. Баюкин
(АО «НПФ «ДИЭМ»)*

Важным элементом обеспечения экологической безопасности предприятия на всех стадиях жизненного цикла является организация и проведение производственного экологического мониторинга и контроля (ПЭМиК).

Для реализации задач ПЭМиК на период эксплуатации проектируемых объектов создаются постоянно действующие системы ПЭМиК.

Наличие в структуре предприятия системы ПЭМиК является одним из условий реализации комплексной системы управления природоохранной деятельностью.

Кроме того, Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ст. 17, п. 4) предусматривается государственная поддержка хозяйственной и иной деятельности посредством предоставления налоговых льгот и льгот в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду при установке автоматизированных систем контроля сточных вод, выбросов загрязняющих веществ, а также стационарных и передвижных автоматизированных систем наблюдения за компонентами природной среды.

В рамках данной темы, на основании более чем 30-летнего опыта решения инжиниринговых задач в области охраны окружающей среды, рассматривается актуальная проблематика и подходы к созданию автоматических систем экологического мониторинга промышленных предприятий на условиях ЕРС-контрактов.

Система автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ. Практическая реализация требований федерального законодательства по обеспечению контроля экологической безопасности предприятий топливно-энергетического комплекса РФ

*Л.И. Бернер, А.В. Роцин, Ю.М. Зельдин (АО «АтлантикТрансгазСистема»),
А.В. Толстых (АО «Нефтегазавтоматика»)*

В докладе рассматриваются основные принципы построения системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ (далее – Система), разработанные АО «Нефтегазавтоматика» и АО «АтлантикТрансгазСистема», и практика их реализации на экологически опасных объектах, с приоритетным обеспечением работ для предприятий ТЭКа РФ, включая нефтепереработку, энергетику и с использованием отечественных программно-технических средств, применяемых на объектах ПАО «Газпром».

Разработанная и запатентованная Система при своей реализации на предприятиях ПАО «Газпром» способна эффективно обеспечить требования, предъявляемые к ним федеральным законодательством, в части, касающейся контроля экологической безопасности.

Унифицированное проектное решение и применение системы селективного каталитического восстановления оксидов азота в отходящих газах газоперекачивающих агрегатов

*Л.В. Шарихина, А.П. Чальй (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
А.А. Макаров (АО «ЭКАТ»)*

Важной задачей газотранспортной отрасли является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и обеспечение экологической безопасности компрессорных станций. Оксиды азота, присутствующие в выбросах газотурбинных установок, оказывают негативное влияние на человека и окружающую природную среду.

Уровни концентрации оксидов азота в выхлопных газах газотурбинных установок отечественного производства не удовлетворяют требованиям современных европейских стандартов и Научно-технической политики ПАО «Газпром», согласно которой концентрация оксидов азота в продуктах сгорания не должна превышать 50 мг/м³.

Система селективного каталитического восстановления оксидов азота (СКВ) отходящих газов газоперекачивающего агрегата (ГПА) предназначена для снижения негативного воздействия на атмосферу и окружающую среду в целом.

Применение системы СКВ позволит повысить экологическую безопасность при эксплуатации и проектировании ГПА на компрессорных и дожимных компрессорных станциях для сокращения выбросов NO_x в атмосферу и снижения уровня шума от ГПА до допустимых значений.

Система СКВ для применения в составе ГПА соответствует современным тенденциям развития газоперекачивающего оборудования по обеспечению выполнения экологических требований. В докладе показан опыт и перспектива применения СКВ в составе ГПА-4РМ с эффективностью очистки отходящих газов до 97 %, содержанием оксидов азота в отходящих газах до 50 мг/нм³ и снижением уровня шума от ГПА без шумоглушителя до 80 дБА.

С помощью системы СКВ возможно доработать любой действующий и вновь созданный ГПА.

Оценка возможных воздействий разливов технологических жидкостей (метанол, МЭГ) на окружающую среду

*Н.Б. Пыстина, К.Л. Унанян, Е.Е. Ильякова,
Л.А. Томская, Ю.Ю. Петрова, Ю.В. Гамера
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
Ю.Н. Власенко
(ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»)*

В связи с активным освоением месторождений углеводородов на шельфе Охотского моря в районах с чувствительными биосистемами актуальным является оценка возможных масштабов загрязнения окружающей среды, способных возникнуть вследствие воздействия аварийных разливов технологических жидкостей (МЭГ, метанол) на биоту. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проведен анализ состояния береговых и морских экосистем в районе расположения объектов подводного добычного комплекса: изучены природно-климатические условия региона расположения подводного добычного комплекса Киринского ГКМ; выполнена оценка качества морских вод и донных отложений; составлена характеристика состояния морской биоты, морских млекопитающих и орнитофауны; определены наиболее уязвимые виды биоты.

Проведена оценка острого и хронического токсического воздействия метанола и МЭГ на морскую фауну: рыб, дафнии, другие водные беспозвоночные и водоросли. При аварийном разливе технологических жидкостей по сравнению с другими выявленными механизмами разложения, включая испарение и химическое разложение, аэробное и анаэробное биоразложение будет доминирующим процессом разложения метанола и МЭГ в почве, грунтовых водах и в поверхностных водах.

Смоделированы зоны воздействия доминирующих поражающих факторов потенциальных аварий, связанных с разливом технологических жидкостей в процессе эксплуатации подводного добычного комплекса.

Выполнена оценка возможных воздействий разливов технологических жидкостей на животный мир, бентическую среду, ихтиофауну, орнитофауну, морских млекопитающих. Проведенный анализ данных о токсичности метанола и МЭГ показал, что при определенном стечении обстоятельств возникает риск выборочного угрожающего воздействия аварийных выбросов опасных веществ на флору и фауну. Для метанола выявлены типы живых организмов, для которых значение максимальной накопленной токсодозы может превысить допустимые.

Моделирование воздействия на экосистемы аварийных разливов технологических жидкостей при эксплуатации подводного добычного комплекса Киринского ГКМ

*Ю.Ю. Петрова, Ю.В. Гамера, К.Л. Унанян
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

При эксплуатации Киринского ГКМ большое внимание уделяется вопросам обеспечения экологической безопасности. В связи с этим одним из актуальных вопросов является моделирование воздействия на окружающую среду потенциально возможных аварийных ситуаций с последующей разработкой рекомендаций по ликвидации последствий.

В докладе проведен анализ последствий возможных разливов технологических жидкостей (моноэтиленгликоль, метанол) в процессе эксплуатации подводного добычного комплекса Киринского ГКМ. Проанализированы физико-химические характеристики указанных технологических жидкостей, оценены объемы утечек, выполнена идентификация источников аварийных выбросов, определен перечень типовых аварийных сценариев, связанных с их разливом. Посредством разработанного комплекса программ проведено моделирование зон воздействия доминирующих поражающих факторов рассмотренных аварийных ситуаций и распространения загрязнений в морской среде. Полученные результаты визуализированы на картографической подложке.

Показано, что для анализируемых опасных веществ площади возможного загрязнения сильно варьируются в зависимости от выбранного в качестве критерия норматива уровня ПДК. Оценены площади возможного нахождения следа области загрязнения с превышением уровня ПДК и размеры областей, в которых накопленные токсодозы для представителей флоры и фауны будут превышать значимые уровни.

Проведенный анализ данных о токсичности метанола и моноэтиленгликоля показал, что при определенном стечении обстоятельств допускается возможность выборочного угрожающего воздействия аварийных выбросов опасных веществ на флору и фауну. В частности, для метанола частично выявлены типы живых организмов, для которых значение максимальной накопленной токсодозы превышает допустимые.

Экологическое нормирование в обеспечении безопасности хозяйственной деятельности: сравнительно-правовой анализ

*Л.В. Солдатова (НИУ «Высшая школа экономики»),
Е.В. Иваницкая (ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем
промышленной безопасности»)*

Экологическое нормирование с юридической точки зрения представляет собой установление показателей качества окружающей среды (ОС) и предельно допустимых воздействий на нее, организационно-правовую деятельность, направленную на установление предельно допустимых норм воздействия (экологических регламентов, нормативов) на ОС, при соблюдении которых не происходит деградация экосистем, гарантируется сохранение биологического разнообразия и экологическая безопасность населения. При установлении нормативов качества ОС учитываются разные критерии.

В соответствии со ст. 19 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (далее – Закон) нормирование в области охраны ОС осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС, гарантирующего сохранение благоприятной ОС и обеспечение экологической безопасности.

Помимо заявленной цели в главе V Закона определены правовое наполнение и общий порядок установления природоохранных нормативов, закреплена обязанность по соблюдению субъектами хозяйственной и иной деятельности указанных нормативов, установлены полномочия органов государственной власти в сфере нормирования в области охраны ОС.

Базовым выступает понятие качества ОС, т.е. состояние ОС, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью. Это отправная точка в регулировании отношений по охране ОС. Соблюдение требований по обеспечению качества ОС, сохранение этого качества, обеспечивающее устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, выступает индикатором соблюдения права на благоприятную ОС.

Отношения, возникающие в области охраны и рационального использования природных ресурсов, их сохранения и восстановления, регулируются международными договорами Российской Федерации, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о недрах, животном мире, иным законодательством в области охраны ОС и природопользования.

В регулировании деятельности органы государственной власти руководствуются положениями Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденных Президентом РФ 30.04.2012 г. Стратегической целью государственной политики в области экологического развития является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной ОС, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения

потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную ОС, укрепления правопорядка в области охраны ОС и обеспечения экологической безопасности.

Реализация указанных Основ осуществляется в соответствии с такими принципами, как охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной ОС и экологической безопасности; приоритетность сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов; обеспечение соответствия экономической и иной деятельности установленным нормам и требованиям в области охраны ОС и обеспечения экологической безопасности и др.

Достижение стратегической цели государственной политики в области экологического развития обеспечивается решением следующих основных задач: формирование эффективной системы управления в области охраны ОС и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти; совершенствование нормативно-правового обеспечения охраны ОС и экологической безопасности и предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на ОС.

Выполнение последней задачи опирается на экологическое нормирование на основе технологических нормативов при условии обеспечения приемлемого риска для окружающей среды и здоровья населения. Таким образом, реализация стратегических задач развития Российской Федерации непосредственно связывается с формированием качественной системы экологического нормирования.

В последнее время экологическое законодательство претерпевает серьезные изменения в рассматриваемой части. Так, статья 23 Закона об охране окружающей среды предусматривает введение технологических показателей наилучших доступных технологий, устанавливаемых нормативными документами в области охраны ОС. В рамках реализации данной нормы приказом Минприроды России от 17.07.2019 № 471 утвержден нормативный документ в области охраны ОС «Технологические показатели наилучших доступных технологий добычи природного газа», предусматривающий технологические показатели выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух, соответствующие наилучшим доступным технологиям (далее – НДТ), используемые при добыче природного газа. И приказ Минприроды России от 21.05.2019 № 319 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий переработки природного и попутного газа», устанавливающий технологические показатели выбросов ЗВ в атмосферный воздух и сбросов в водные объекты, соответствующие НДТ.

Юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I категории, разрабатываются технологические нормативы, а предприятия по добыче сырой нефти и (или) природного газа, включая переработку природного газа, отнесены именно к объектам I категории. Правила разработки технологических нормативов утверждены приказом Минприроды России от 14.02.2019 № 89 и содержат обязательные для соблюдения требования. Более того, технологические нормативы разрабатываются

как для планируемых к вводу в эксплуатацию, так и действующих объектов, оказывающих негативное воздействие на ОС.

Претерпели изменения и отношения по нормированию сбросов и выбросов вредных веществ. Так, юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по добыче природного газа, включая переработку природного газа, обязаны получить комплексное экологическое разрешение, которое выдается на отдельный объект, оказывающий негативное воздействие на ОС (в том числе линейный объект), на основании заявки, подаваемой в уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти. При этом заявка должна содержать расчеты технологических нормативов, нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), при наличии таких веществ в выбросах, сбросах ЗВ, соответствующие санитарно-эпидемиологическим требованиям и иным требованиям, установленным законодательством Российской Федерации, а также расчеты таких нормативов, обоснование нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, проект программы производственного экологического контроля.

В случае невозможности соблюдения технологических нормативов, нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), к заявке на получение комплексного экологического разрешения прилагаются: программа повышения экологической эффективности, планируемые временно разрешенные выбросы, временно разрешенные сбросы с указанием объема или массы выбросов ЗВ, сбросов ЗВ на текущий момент, на период реализации программы повышения экологической эффективности и после ее реализации.

Анализ правового регулирования требований в области охраны окружающей среды при осуществлении деятельности по добыче природного газа, включая его переработку, позволяет сделать вывод, что регулирование отношений по нормированию воздействия на окружающую среду является одним из приоритетных. Предприняты серьезные шаги по отказу от применения неэффективных «грязных» технологий ведения деятельности. Более того, можно смело констатировать смещение вектора регулирования в сторону стимулирования эколого-ориентированного способа ведения хозяйственной деятельности за счет введения НДТ.

Нормативные документы в области охраны окружающей среды по реализации перехода ПАО «Газпром» на принципы технологического нормирования с использованием НДТ

Л.В. Шарихина, Л.А. Митяева (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В Российской Федерации сформирована система законодательства в части перехода на технологическое нормирование, постановки на учет и категорирования объектов ПАО «Газпром», оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (НВОС).

ПАО «Газпром» активно участвует в реализации принципов наилучших доступных технологий (НДТ): до 2014 г. – в инициативном порядке, после 2014 г. – в рамках реализации положений Федерального закона № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». На объектах ПАО «Газпром», эксплуатирующими объекты НВОС I категории, проведена оценка соответствия применяемых технологий технологическим показателям НДТ, определенным ИТС 29-2017 «Добыча природного газа» и ИТС 50-2017 «Переработка природного и попутного газа». Анализ практики применения, разработанных в 2017 г. ИТС НДТ, выявил необходимость в дополнительных экспертных оценках технологий, применяемых на объектах добычи и переработки газа ПАО «Газпром».

В целях разработки комплекса мер по переходу ПАО «Газпром» на внедрение и использование НДТ реализуется «дорожная карта» перехода на НДТ в ПАО «Газпром». ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработал ряд корпоративных нормативных документов, в том числе СТО Газпром 12-2.1-024-2019 «Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Система газоснабжения. Производственный экологический контроль. Основные требования» и Р Газпром 12-2.1-025-2019 «Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Система газоснабжения. Методические рекомендации по составлению комплексных экологических разрешений».

В ПАО «Газпром» накоплен значительный опыт в области внедрения НДТ, который найдет свое отражение в разрабатываемых отраслевых документах. В настоящее время ООО «Газпром ВНИИГАЗ» ведет разработку нормативных документов в области охраны окружающей среды для обеспечения перехода ПАО «Газпром» на принципы технологического нормирования с использованием НДТ:

- СТО Газпром «Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Система газоснабжения. Охрана атмосферного воздуха. Нормирование выбросов загрязняющих веществ. Основные требования».
- СТО Газпром «Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Система газоснабжения. Каталог экологических характеристик газотранспортного оборудования».
- СТО Газпром «Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Система экологического менеджмента. Организация экологического контроля и порядок его проведения».

Снижение шума на контрольно-распределительных пунктах магистральных газопроводов

*А.В. Тербнев, А.Г. Бердник
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Работа контрольно-распределительных пунктов (КРП) вызывает образование газодинамического шума, который обладает большой интенсивностью и достаточно далеко распространяется в газовой среде. Высокий уровень шума технологического процесса снижения и поддержания давления природного газа на КРП является прямой причиной нарушения санитарных норм уровня звука в окружающей среде и прилегающих селитебных территориях.

Для выявления причин высокого уровня шума были проведены исследования на КРП различной производительности и компоновки.

По результатам измерения шума основного оборудования КРП были определены источники шума и установлено, что уровень звука достигает 110 дБА.

По результатам акустических расчетов определено требуемое снижение уровней шума и разработаны мероприятия по уменьшению уровня излучаемого шума до нормативных значений.

Действующие экологические стандарты в отношении дизель-генераторных установок, их практическая применимость в настоящее время и в будущем

С.А. Капитанов (ООО «Роллс-Ройс Солюшенс Рус»)

В докладе предоставлена информация об основных компонентах отработавших газов (ОГ) дизельных двигателей, оказывающих влияние на окружающую среду. Сложность снижения содержания вышеуказанных компонентов заключается в том, что изменение параметров двигателя для улучшения одних показателей (оптимизации выбросов) зачастую оказывает негативное влияние на другие показатели. Однако инженеры Rolls-Royce Power Systems нашли комбинацию конструктивных решений и настроек двигателя, позволяющую снизить выбросы всех компонентов ОГ в широком диапазоне режимов работы и обеспечивающую соответствие дизельных двигателей Rolls-Royce самым современным требованиям, указанным в ГОСТ 31967-2012, без использования внешних систем очистки ОГ. Кроме того, разработано решение, позволяющее дополнительно снизить выбросы CO₂ за счет параллельной работы традиционных дизель-генераторных установок и электрической батареи в составе «гибридной электростанции». Таким образом, компания Rolls-Royce Power Systems готова поставлять решения для автономного энергоснабжения с учетом современных требований в области охраны окружающей среды.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ Е

Биотехнологии: состояние и перспективы развития в ТЭК

Применение сообществ метилотрофных микроорганизмов для получения кормового белка

Д.Ю. Побережный, С.В. Калёнов (РХТУ им. Д.И. Менделеева)

C_1 -потребляющие микроорганизмы и микробные сообщества являются перспективными объектами промышленной биотехнологии для получения обогащенной белком биомассы, которая может применяться при производстве функциональных продуктов питания, кормовых добавок для животных. В практике биотехнологических производств в основном используются чистые культуры природных и «синтетических» метилотрофных микроорганизмов. Разработка подходов к применению в биотехнологии устойчивых микробных сообществ, использующих непищевые C_1 -субстраты, является одним из приоритетов для биоэкономики будущего, ориентированной в своей основе на рациональное природопользование. Совершенствование технологий микробного синтеза на основе C_1 -субстратов лежит в области разработки систем управления смешанными популяциями. Поиск эффективных метанолутилизирующих сообществ микроорганизмов в различных экологических нишах, их изучение и реконструкция регулируемых искусственных сообществ являются перспективными и актуальными направлениями для развития C_1 -биоэкономики.

Применение направленного отбора и оптимизация состава микробных сообществ и процесса культивирования позволяют повысить эффективность биоконверсии метанола в белковый продукт. Выделены и охарактеризованы высокоэффективные метилотрофные сообщества, устойчивые к перепадам концентраций ростового субстрата, температуры, аэрации и pH. Проведена характеристика отдельных видов, определяющих структуру рассматриваемых сообществ, реконструированы на основе чистых культур искусственные C_1 -потребляющие микробные сообщества.

Полученные устойчивые к высоким концентрациям метанола, собственных метаболитов и различным стрессорным воздействиям метилотрофные микроорганизмы и искусственные микробные сообщества на их основе, подобранные режимы культивирования позволили повысить содержание белка в биомассе микроорганизмов в вариантах непрерывного культивирования.

Варианты устойчивого управляемого культивирования отдельных метанолутилизирующих микроорганизмов и сообществ при дальнейшем масштабировании могут использоваться для биотехнологического производства кормового белка, отдельных аминокислот, а также нуклеиновых кислот, биопластика, полисахаридов, каротиноидов, витаминов и ряда других соединений. Комплексное исследование физиологической активности микроорганизмов в метилотрофных сообществах может дать импульс развитию нового подхода к регулированию метаболизма и, соответственно, новых технологий получения целевых продуктов.

Новая биотехнология очистки сточных вод с использованием сообщества анаммокс

*Ю.А. Николаев, А.В. Марданов, В.А. Грачев, Ю.Ю. Берестовская, А.Ю. Каллистова,
Н.В. Равин, Н.В. Пименов (ФИЦ Биотехнологии РАН)*

Самой молодой и эффективной технологией удаления азота из стоков является анаммокс-технология. Полноценное и эффективное удаление азота через анаммокс-процесс (АМП) может быть реализовано только сообществом бактерий, основу которого составляют нитрификаторы и анаммокс-бактерии.

Разработаны оптимальные конструкции и режимы функционирования биореакторов анаммокс, а также методические подходы к управлению анаммокс-сообществом, определены метаболиты, важные для функционирования анаммокс-сообщества, – фолат и формиат. Показана возможность повышения эффективности АМП за счет биоаугментации нитрифицирующим сообществом.

Исследование метагенома анаммокс-сообщества на разных этапах культивирования выявило наличие постоянно присутствующих гетеротрофных спутников.

Новая биотехнология очистки сточных вод от аммония может быть применена, когда традиционные технологии не смогут обеспечить удаление этого поллютанта, например, при недостатке органического вещества.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-29-08008) и госзадания Минобрнауки РФ для ФИЦ Биотехнологии РАН.

Использование препарата «Биосток» как альтернативный способ работы малонагруженных очистных сооружений

*Д.И. Сакаян, Н.С. Хохлачев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

На данный момент в системе ПАО «Газпром» действуют более 500 очистных сооружений. Многие из них находятся в труднодоступных и негустонаселенных местах, что сильно сказывается на качественном и количественном составе сточной воды. Несмотря на изученность методов биологической очистки и опыт эксплуатации очистных сооружений, эффективность работы таких малонагруженных по сточной воде очистных сооружений не всегда может считаться удовлетворительной. На таких очистных сооружениях зачастую невозможно достичь удовлетворительных седиментационных свойств аэробного активного ила, что не позволяет успешно осажать активный ил во вторичных отстойниках из-за низкоконцентрированной сточной воды, концентрации активного ила не достигают необходимых 0,8...1 г/л. Появляется необходимость затрат на реконструкцию подобных очистных сооружений. Разработанный биопрепарат «Биосток» дает альтернативу в работе малонагруженных очистных сооружений из-за способности к гранулообразованию.

Биопрепарат «Биосток» – это культура мицелиального гриба *Penicillium brasilianum*. Штамм выделен из смеси активных илов и показал большой потенциал с точки зрения очистки сточных вод, а его способность к гранулообразованию дает лучшие седиментационные свойства, что позволяют биопрепарату осажаться во вторичных отстойниках независимо от нагрузки на очистные сооружения. На данный момент биопрепарат испытан на действующем промышленном объекте. Спустя 6 месяцев после внесения препарата на очистные сооружения взяты пробы из аэробных и аноксичных зон очистки. Во всех пробах микробиологическими методами выявлено наличие биопрепарата.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ D

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Методические подходы к оценке энерготехнологического состояния магистральных газопроводов

*Д.М. Ляпичев, В.А. Щуровский
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

В настоящее время активно изучается взаимосвязь условий эксплуатации (изменчивость режимов эксплуатации, влияние внешних факторов) и технического состояния объектов и систем линейной части (ЛЧ) и технологического оборудования магистральных газопроводов (МГ) газотранспортных систем (ГТС). В отношении ГТС и МГ в данном контексте предлагается применять термин «технологическое состояние» и определить соответствующие показатели технологического состояния.

На основе классических представлений о динамике движения газа в трубах разработаны зависимости, объединяющие режимно-технологические показатели (товаротранспортная работа, гидравлическая мощность, мощность компримирования, энергоемкость, энергоэффективность МГ) и показатели технического состояния ЛЧ (гидравлическое сопротивление) и газокompрессорного оборудования (КПД компрессора и привода).

Проектирование и эксплуатация многониточных ГТС по принципу «единого гидравлического режима» обладает очевидными преимуществами с точки зрения повышения системной надежности и улучшения комплексных технико-экономических показателей. Однако названный режим не является энергетически оптимальным.

Рекомендована актуализация содержания и порядка использования в научно-технической документации таких терминов, как коэффициент гидравлического сопротивления, коэффициент сопротивления трению, коэффициент гидравлической эффективности участка МГ. Влияние гидравлических коммуникаций компрессорного цеха предложено оценивать по их фактической конфигурации в форме дополнительной эквивалентной длины участка, которая для типичной компрессорной станции составляет примерно 12 км.

Энергоэффективные технологии снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в ООО «Газпром добыча Уренгой»

*Д.В. Дикамов, Р.Н. Исмагилов, Д.Г. Лешан
(ООО «Газпром добыча Уренгой»)*

ООО «Газпром добыча Уренгой» более 40 лет обеспечивает добычу углеводородов на территории ЯНАО из недр Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения, которое с точки зрения начальных запасов и размеров является самым крупным газовым месторождением страны. Его площадь превышает 6 тыс. км². С начала разработки предприятием добыты более 7,0 трлн м³ газа, 197,6 млн т газового конденсата и 17,6 млн т нефти.

В связи с изменяющимися условиями эксплуатации месторождения ООО «Газпром добыча Уренгой» в тесном контакте с научно-исследовательскими и проектными институтами систематически работает над повышением эффективности процессов добычи, подготовки и переработки углеводородного сырья, уделяя особое внимание экологичности внедряемых технологий и оборудования. Минимизация воздействия на окружающую среду является одной из приоритетных задач.

В докладе представлены ресурсосберегающие научные и технические решения, успешно реализованные ООО «Газпром добыча Уренгой» на объектах добычи газа, газового конденсата, нефти Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения, обеспечивающие выполнение плановых показателей добычи углеводородов, рациональное использование природных ресурсов и ежегодное сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу в количестве более 7535 тыс. т в CO₂-эквиваленте.

Энергоэффективные источники тока на основе твердооксидных топливных элементов

*О.Л. Мишин (ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»),
Ю.П. Зайков, А.К. Демин (Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН),
А.С. Стихин (НПО «Центротех»)*

Топливные элементы (ТЭ) являются устройствами прямого преобразования химической энергии топлива в электроэнергию. За счет этого топливные элементы имеют КПД выше, чем КПД тепловых машин. Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) могут работать на любом газообразном или газифицированном топливе и имеют самый высокий КПД (до 60 %) по сравнению с другими типами ТЭ (щелочными и твердополимерными), которые работают на чистом водороде. Институтом высокотемпературной электрохимии в кооперации с Заводом электрохимических преобразователей (НПО «Центротех») в 2013 г. была создана энергоустановка на ТОТЭ мощностью 1,5 кВт, работающая на природном газе, которая прошла успешные испытания в течение года на газораспределительной станции под Екатеринбургом. Такие энергоустановки могут использоваться на станциях катодной защиты «Газпрома» и для энергообеспечения удаленных объектов.

Дешевые энергосберегающие турбинные технологии для разработки месторождений

*Ю.А. Сазонов, В.В. Воронова, Х.А. Туманян
(РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина)*

Приоритетным научным направлением является создание эффективных и дешевых энергосберегающих турбинных технологий, которые позволят решить актуальные производственные проблемы, возникающие при добыче углеводородов в осложненных условиях, в том числе на ранней и поздних стадиях разработки нефтяных и газовых месторождений. Известные в настоящее время турбинные машины не в полной мере отвечают подобным требованиям. В связи с этим поставлена задача поиска новых принципов преобразования энергии в динамических машинах, в частности, в турбинной технике, имеющей сетчатую структуру проточных каналов.

В рамках научной работы спроектирована и запатентована технология рекуперации энергии с применением специальной турбины, имеющей сетчатую структуру проточной части (Патент РФ № 203833). Собраны исследовательские и конструкторские наработки для создания интеллектуальных турбин с использованием эжекторной системы управления. В лабораторных условиях успешно проведена проверка работоспособности прототипа сетчатой турбины с системой управления.

Научно-исследовательская работа ориентирована на приоритеты государственной энергетической политики, такие как переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике и максимальное использование возможностей отечественного оборудования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSZE-2020-0006).

Методические подходы по оценке энергетической эффективности процесса компримирования газа при его транспортировке по магистральным газопроводам

*Г.А. Хворов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
М.Ю. Комаров (ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

Актуальность работы связана с возрастающей ролью оценки энергетической эффективности транспортировки газа, потенциала использования газа в качестве топливного, влияния различных факторов на объемы потребления топливного газа газоперекачивающими агрегатами. Из-за особенностей географического расположения месторождений газа в России и его потребителей трубопроводный транспорт газа является не только поставщиком газа, но и его крупным потребителем.

Совершенствование методов мониторинга и оценки энергетической эффективности процесса компримирования газа компрессорными станциями (КС) на магистральных газопроводах с компрессорными цехами (КЦ), оснащенными различными видами привода, является актуальной задачей, которая обусловлена непрерывным ростом стоимости энергоресурсов, увеличением себестоимости транспорта газа, невозобновляемостью природного газа как энергоресурса.

В докладе представлены сравнительные оценки использования существующих показателей энергоэффективности, основные проблемы, которые возникают при проведении анализа причин неэффективной работы технологических объектов газотранспортной системы (ГТС). Делается вывод, что существующие интегральные показатели энергоэффективности на основе использования товаротранспортной работы на позволяют выявить эти причины. Предлагаются к рассмотрению методические подходы на основе новые показатели, характеризующих энергетическую эффективность технологических объектов ГТС.

Эффективность использования газоиспользующего оборудования характеризуется КПД, а технологических процессов – показателями удельного потребления. Не исключая традиционные подходы по оценке эффективности работающего оборудования КЦ, КС, предлагается оценивать эффективность использования топливного газа с помощью экономических показателей, характеризующих затраты энергии на транспортировку природного газа, и стоимости энергии на сжатие газа в КЦ.

В докладе на основе технологических объектов ГТС ООО «Газпром трансгаз Югорск» представлен новый методический подход к анализу эффективности использования топливного газа КС с выявлением причин роста затрат, обусловленных влиянием различных факторов, с последующими рекомендациями по их сокращению.

Утилизация дымовых газов с помощью электрохимических устройств с последующей переработкой в синтетическое топливо

*О.Л. Мишин, А.К. Демин (Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН),
Ю.П. Зайков, А.И. Вылков (ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»),
А.Л. Максимов (Институт нефтехимического синтеза РАН)*

Ограничение углеродных выбросов в атмосферу является одной из важнейших задач современности, поскольку накопление углекислого газа в атмосфере, по мнению многих специалистов, является причиной глобального потепления. Один из путей снижения углеродных выбросов – улавливание дымовых газов, получение из них синтез-газа (смеси водорода и угарного газа) и переработка синтез-газа в синтетическое топливо или другие продукты органического синтеза. Использование твердооксидных электролизеров позволяет получать синтез-газ с требуемым соотношением $\text{CO}:\text{H}_2$ из смеси углекислого газа и паров воды. При финансовой поддержке ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» Институтом нефтехимического синтеза РАН совместно с Институтом высокотемпературной электрохимии и Институтом органического синтеза УрО РАН разрабатывается установка для получения вторичных энергоносителей из дымовых газов.

Оценка потенциала сохранения природного газа на объектах магистрального транспорта

*Д.А. Неретин (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
И.С. Вуд (ООО «Газпром трансгаз Самара»)*

Максимально полная реализация потенциала снижения выбросов метана при ремонтных работах становится особенно актуальной как для дальнейшего снижения потерь товарного газа, так и с учетом одобренной Европейской комиссией в 2020 г. Метановой стратегии, которая предусматривает контроль выбросов в границах ЕС и у экспортеров природного газа по всей производственной цепочке, в том числе с использованием средств спутникового наблюдения. Расширение мониторинговых работ обусловлено возрастающим вниманием к углеродному следу продукции и использованием этого аспекта в конкурентной борьбе.

Экологической политикой ПАО «Газпром» определены основные обязательства по предотвращению эмиссии природного газа в атмосферу. Приоритетными направлениями являются эвакуация газа перед проведением ремонтных работ и обеспечение сохранения его максимально возможных объемов. За последние три года применения инновационных технологий удалось предотвратить стравливание более 4 млрд м³ газа, общая доля сохранения газа при этом возросла с 45 до 65 %. В настоящее время компания активно использует такие способы и технологии сохранения газа, как выработка газа на потребителя, перепуск газа в смежные участки газопроводов, применение технологии эжектирования газа, использование мобильных компрессорных установок (МКС).

МКС является наиболее технологичным средством сохранения газа в отсутствие крупных его потребителей вблизи объекта проведения ремонтных работ. Использование этой технологии позволяет исключить стравливание до 80 % метана. В 2020 г. эвакуированы около 480 млн м³ газа, и прогнозируется увеличение этого объема в текущем году до 1 млрд м³.

В сложившейся практике организации работ целевыми показателями и мерой результативности проводимых мероприятий по сохранению газа являются объем и доля сохраненного газа (объем сохраненного газа, отнесенный к начальному объему газа в трубопроводе). Соответственно, чем выше оба этих показателя, тем эффективней является мероприятие.

С целью систематизации и оценки резервов доступных технологических приемов сохранения газа на примере одного из газотранспортных предприятий рассмотрена динамика сохранения природного газа за период 2015–2020 гг. Проанализированы объемы сохранения газа, технологические приемы и условия проведения работ. Отмечен различный объем стравливания газа по идентичным участкам за рассматриваемый период времени, и проведен технологический расчет предельного объема газа в трубопроводе, сохраняющегося при различных сценарных условиях выработки. Остаток газа, подлежащего стравливанию, определен как технологически неснижаемый объем стравливания газа, индивидуальный для данного участка газопровода. Предложен подход к формированию целевого показателя работ по сохра-

нению газа исходя из значений технологически неснижаемого объема газа. Предложен способ оценки эффективности реализуемых мероприятий по сохранению газа, основанный на степени приближения фактических объемов стравливания газа к технологически неснижаемым.

Для целей планирования, оценки результативности и выявления наилучших практик дочерних обществ ПАО «Газпром» предложено дополнить информацию об участках газопроводов (РТП МГ) в том числе сведениями о технологически неснижаемых объемах стравливания газа совместно с традиционными технологическими параметрами.

Практическая польза данной работы выражается в повышении качества работ, направленных на реализацию потенциала энергосбережения, снижение объемов эмиссии метана. Использование сведений о неснижаемом объеме газа будет способствовать планированию работ с учетом доступных и наиболее эффективных способов сохранения газа, установлению целевых показателей по выработке исходя из технологических параметров участка, аккумуляции и развитию лучших практик, разработке новых технологий и технологических приемов сохранения природного газа.

Разработка интеллектуальной системы мониторинга и управления энергоэффективностью газотранспортной системы Общества с функциями нормирования и прогнозирования

Д.П. Соломенников (ООО «Газпром трансгаз Чайковский»)

Ежегодное повышение энергоэффективности газотранспортных дочерних обществ является обязательным требованием Политики ПАО «Газпром» в области энергоэффективности и энергосбережения до 2030 г. В настоящее время анализ потребления топливно-энергетических ресурсов в Обществе осуществляется ежеквартально на основании отчетов структурных подразделений. Формирование интеллектуальной системы мониторинга и управления энергоэффективностью в магистральном транспорте газа позволит осуществить гибкий контроль потребления природного газа и электроэнергии в режиме реального времени и принять эффективное управленческое решение по сокращению их неэффективного использования.

Кроме того, в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. указывается, что характеристики «модернизационного рывка» к более эффективной, гибкой и устойчивой энергетике должны включать:

- цифровую трансформацию и интеллектуализацию отраслей топливно-энергетического комплекса;
- уменьшение негативного воздействия отраслей топливно-энергетического комплекса на окружающую среду.

К общим проблемам и факторам риска следует отнести в том числе «диспропорцию между заявляемыми характеристиками электропотребления при технологическом присоединении и их последующими фактическими значениями», недостаточный уровень автоматизации технологических процессов и повышение уязвимости объектов, связанное с усложнением систем и алгоритмов управления этими объектами.

К технологиям, применение которых может повлечь за собой организационные и технологические изменения в управлении электроэнергетическими системами и их функционировании и способствовать переходу энергетики на новый технологический базис, отнесены в том числе технологии автоматизированного управления и мониторинга технологическими процессами и оборудованием, интеллектуальные электрические сети, информационно-технологические платформы планирования (прогнозирования) и управления энергетической инфраструктурой, обеспечивающие минимизацию стоимости потребляемых энергетических ресурсов за счет оптимизации режимов работы технологического оборудования у потребителей.

Таким образом, актуальной задачей является разработка интеллектуальной системы мониторинга и управления энергоэффективностью газотранспортной системы Общества с функциями нормирования и прогнозирования. Актуальность темы исследования обусловлена и тем, что вопросы мониторинга и оценки эффективности функционирования объектов газотранспортных систем характеризуются как слабоструктурированные задачи с наличием количественно неизменяемых компонентов, для которых характерно отсутствие методов решения на основе непосредственного преобразования данных.

Энергетический анализ – первый шаг к улучшению энергетической результативности

*И.В. Евсеенко, Д.А. Неретин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Основными задачами энергетического анализа являются построение и оценка фактических энергетических характеристик объекта с последующим определением возможностей улучшения его энергетической результативности. Энергетический анализ невозможен без формирования топливно-энергетического баланса.

В структуре потребления энергоресурсов ПАО «Газпром», связанных с транспортировкой, добычей и хранением газа, на природный газ приходится порядка 95 % суммарного потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Электроэнергия составляет 4,7 % в общем объеме потребления ТЭР. Оставшаяся часть приходится на тепловую энергию и горюче-смазочные материалы.

Основными критериями формирования значимых областей использования энергии являются:

- доля использования энергоресурса в суммарном потреблении ТЭР;
- техническая возможность реализации мероприятий по энергосбережению;
- общие направления использования ТЭР и принципы управления.

В результате анализа фактических статей расхода ТЭР и состава энергопотребляющего оборудования среди основных видов деятельности ПАО «Газпром» выделены основные значимые области использования энергии, а именно: компримирование природного газа (85 %); технологические нужды (4 %); вспомогательные нужды (3,5 %); ремонт, реконструкция, техническое перевооружение (3 %); потери газа, включая потери расчетно-методического характера (4,5 %). Каждая из этих областей является отдельным объектом анализа и формирования показателей энергоэффективности. При этом компримирование газа является ключевой составляющей при оценке эффективности использования ТЭР и напрямую зависит от объемов реализации газа. Оставшиеся области формируют условно-постоянные нужды с отклонением абсолютных значений не более чем на 8 % в течение последних пяти лет.

Результирующую оценку энергоэффективности производственной деятельности необходимо проводить на основе построения базового уровня энергопотребления и определения степени отклонения от него фактического расхода ТЭР. Базовая линия энергопотребления формируется на основе ретроспективы изменения объемов потребления ТЭР и показателей производственной деятельности с последующей корректировкой при внедрении мероприятий, обеспечивающих повышение уровня энергоэффективности.

Определение показателей энергоэффективности расхода ТЭР на компримирование газа, технологические и вспомогательные нужды, связанные с непосредственным сжиганием газа, целесообразно осуществлять путем сравнения фактических показателей топливной эффективности с паспортными (номинальными) значениями для установленного оборудования. Эффективность расходования ТЭР на условно-постоянные нужды обеспечивается мониторингом их абсолютных значений.

Сравнение уровня суммарного энергопотребления и расхода ТЭР на компримирование газа позволяет осуществлять мониторинг эффективности использования ТЭР в областях, не связанных с процессом сжатия газа, где затраты являются условно-постоянной величиной. Снижение уровня энергопотребления в компримировании газа и «приближение» к нему суммарного уровня расхода ТЭР – стратегическая задача энергосбережения.

Предложенный подход позволяет формировать направления повышения энергетической эффективности в значимых областях использования ТЭР с последующими мониторингом результативности проводимых мероприятий и оценкой их влияния на уровень энергопотребления.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ В/С

Климатические риски и низкоуглеродная экономика – современные вызовы для отрасли. Перспективы развития водородной энергетики

Углеродный рынок сегодня и его перспективы

С.А. Киселев

(Санкт-Петербургский филиал «Газпром Маркетинг и Трейдинг Лтд»)

Углеродный рынок – рынок измеряемых в тоннах CO_2 -эквивалента (т CO_2 -экв.) углеродных единиц (УЕ), которые выпускаются в обращение уполномоченными органами в электронной форме в виде записей на счетах в Реестре углеродных единиц. Различают два типа УЕ: одни выпускаются в подтверждение права на выброс парниковых газов (ПГ) в соответствии с установленной эмитенту выбросов квотой либо добровольно взятым эмитентом обязательством по ограничению и сокращению выбросов ПГ; другие – в подтверждение сокращения выбросов ПГ, достигнутого в результате реализации проекта, признаваемого проектом по сокращению выбросов ПГ в соответствии с установленными требованиями и критериями.

Во время действия Киотского протокола многие компании реализовывали проекты по торговле УЕ, в том числе и «Газпром Маркетинг и Трейдинг Лтд» (ГМиТ), который инициировал порядка 200 проектов в этой сфере. На сегодняшний момент для достижения цели снижения выбросов углерода требуются немалые усилия со стороны государств и корпораций, и в первую очередь необходимо возродить углеродный рынок.

Парижское соглашение, направленное на борьбу с изменением климата, позволяет компаниям на добровольной основе реализовывать проекты по сокращению выбросов ПГ, в то время как Европейская директива дает возможность производителям нефти и газа (в том числе за пределами ЕС) получить дополнительные доходы от проектов в сегментах добычи и транспортировки, которые сокращают выбросы ПГ сверх законодательно установленных требований.

ГМиТ помогает компаниям аккредитовать такие проекты в ЕС, сгенерировать единицы сокращения выбросов и в дальнейшем продать единицы на рынке ЕС. ГМиТ предоставляет услуги для поддержки клиентов в достижении их целей по сокращению выбросов на углеродном рынке. Партнер самостоятельно реализовывает физическую часть проекта, а ГМиТ за собственный счет – его «углеродную» часть: регистрирует проект в Реестре и выпускает УЕ. В рамках конкретных сделок возможны модификации с учетом пожеланий партнера и специфики проекта.

Реализация дорожной карты системы управления выбросами парниковых газов в компаниях Группы «Газпром» на перспективу до 2030 года

*Н.Б. Пыстина, Л.В. Шарихина, Е.В. Косолапова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Развитие низкоуглеродной мировой экономики, усиление внимания мировой общественности к проблеме изменения климата влияет на ужесточение экологической политики, политики регулирования энергетических отраслей различных стран и регионов, фискальной политики государств.

Глобальные изменения энергетического сектора, переход стран – участников Парижского соглашения к устойчивому развитию, адаптация энергетических компаний к тренду низкоуглеродной экономики определяют необходимость разработки долгосрочной дорожной карты системы управления выбросами парниковых газов в компаниях Группы «Газпром». Дорожная карта является визуальным инструментом корпоративной системы управления выбросами парниковых газов «Газпрома» и позволяет в меняющихся политических, экономических и экологических условиях оценить сценарии управления выбросами парниковых газов и принять оптимальное решение для достижения целевых показателей.

В докладе рассмотрены результаты реализации дорожной карты системы управления выбросами парниковых газов в компаниях Группы «Газпром» на перспективу до 2030 года (далее – дорожная карта).

Целью дорожной карты является ревизия имеющегося потенциала снижения выбросов парниковых газов, выявление узких мест и критических факторов, выявление объема необходимых к реализации мероприятий, а также представление информации, в том числе в графическом виде, о возможных сценариях развития событий для принятия управленческих решений.

Поэтапная реализация дорожной карты управления выбросами парниковых газов на период до 2030 года осуществляется предприятиями Группы «Газпром» в пределах их компетенции и во взаимосвязи с Программой инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 года.

Результатами реализации дорожной карты являются:

- снижение объема выбросов парниковых газов посредством достижения установленных ключевых показателей сокращения выбросов парниковых газов;
- оперативная информационная поддержка управленческих решений, формируемых и принимаемых руководством «Газпрома», направленных на претворение в практическую деятельность центров ответственности по управлению энергосбережением и повышением энергетической эффективности компании и в дочерних обществах.

Снижение объема выбросов метана и диоксида углерода в результате производственной деятельности в компаниях Группы «Газпром» достигается за счет мер, направленных на повышение эффективности использования топливных и энергетических ресурсов, выполнение требований промышленной и экологической безопасности и обеспечивающих сокращение прямых и косвенных энергетических выбросов

парниковых газов, а также за счет мер по учету и контролю выбросов парниковых газов.

Для оценки реализации дорожной карты используются показатели удельных выбросов парниковых газов.

В рамках реализации дорожной карты по контрольной точке «2020 год» фиксируется:

1. Выполнение целевых показателей федерального уровня и международных обязательств – абсолютные выбросы парниковых газов находятся на уровне порядка 40 % от 1990 г.

2. Выполнение целевых показателей корпоративного уровня:

- снижение уровня удельных выбросов парниковых газов на 13,0 % по отношению к 2014 г.;
- снижение уровня удельных выбросов парниковых газов на 7,67 % по отношению к 2018 г.

Реализация дорожной карты позволяет совершенствовать систему управления выбросами парниковых газов компаний Группы «Газпром» для достижения целей декарбонизации экономического роста газовой отрасли при обеспечении конкурентоспособности природного газа на внутреннем и международных рынках в долгосрочной перспективе с учетом трендов развития мировой энергетики, экономического, политического и углеродного регулирования.

Малогабаритные модульные установки по получению водорода и/или синтетических жидких углеводородов из природного газа

*Б.Г. Кукуй (ОАО «ВНИИМТ»),
П.В. Чемякин (ЗАО НПП «Машпром»)*

Разработан ряд перспективных установок для получения чистого водорода производительностью от 500 м³/час, пригодного для использования в энергетике методами паровой, паровоздушной и воздушной конверсии единичной производительностью от 500 м³/час с углеродным следом, близким к нулю. При этом образующийся синтез-газ, содержащий до 4/5 водорода и 1/5 диоксида углерода, разделяется на водород (до 99,999 % об.) и диоксид углерода. Из диоксида углерода может быть получена жидкая угольная кислота – продукт с высокой добавленной стоимостью. В установках воздушной конверсии, востребованных в случае недостатка водных ресурсов, балластный азот удаляется при разделении синтез-газа. Синтез-газ используется в процессе получения экологически чистых жидких углеводородов.

Потенциал снижения углеродного следа транспортировки природного газа за счет применения водородных энергоносителей

*П.Н. Григорьев, Д.С. Лугвищук
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

По всей цепочке поставок природного газа, включая производство, переработку, транспортировку по трубопроводам, выбросы метана являются важным фактором при учете глобальных выбросов парниковых газов. Согласно годовому экологическому отчету ПАО «Газпром» за 2020 г., основные выбросы парниковых газов приходятся на транспортировку природного газа (76,86 % от суммарных выбросов). Основной составляющей этих выбросов являются фугитивные потери метана при транспортировке и выбросы парниковых газов на компрессорных станциях в результате сжигания части транспортируемого природного газа для генерации энергии.

Снижение углеродного следа на компрессорных станциях возможно достичь за счет замещения углеводородного топлива водородными энергоносителями, а уменьшение доли углеводородов в транспортируемом газе (т.е. переход на метано-водородные смеси) позволяет снизить фугитивные выбросы.

В работе была проведена оценка снижения углеродного следа транспортировки природного газа за счет применения водорода и метано-водородных смесей в существующей газотранспортной системе.

Установка для производства водорода и метано-водородной смеси из природного газа методом индукционного пиролиза с сепарацией газов препаративным хроматографом

С.Н. Новик (ООО НТФ «БАКС»)

Научно технической фирмой «БАКС» разработана модульная установка, позволяющая производить водород методом пиролиза органических соединений без выбросов CO_2 и готовить хроматографически верифицируемые водородсодержащие компримированные газовые смеси, в том числе из природного газа.

Пиролиз метана происходит в реакторе с индукционным нагревом в восстановительной атмосфере. Конструкция реактора позволяет проводить опытно-промышленные испытания с использованием широкого спектра катализаторов процесса и ингибиторов нежелательных вторичных реакций.

Интегрированная система разделения пиролизных газов на базе препаративного газового хроматографа позволяет выделять чистый водород из водородсодержащих смесей, а также готовить водородсодержащие смеси заданного состава и качества из сепарированных фракций. Препаративный хроматограф может применяться как отдельная система для улавливания CO_2 или разделения других углеводородных газов. Осуществляется автоматический контроль процесса разделения газообразных продуктов пиролиза онлайн-анализатором в режиме реального времени, что позволяет гибко управлять работой установки. Установка адаптируется для получения чистого водорода из пластика, речного ила, природного газа, попутного нефтяного газа, биогаза и т.д.

Презентация проекта на молодежный конкурс Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского «Кластер Протий»

*Д.Д. Голдобин, П.Н. Григорьев, А.М. Михайлов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
Р.Р. Щикот (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

В проекте рассматривается создание кластерной системы, сочетающей генерацию, применение водорода и утилизацию парниковых газов для снижения углеродного следа продукции, производимой в Республике Коми, для развития рыночной ниши природного газа в Северо-Западном федеральном округе.

Проведена оценка географической, минерально-сырьевой и инфраструктурной базы региона. Были выделены перспективные районы для внедрения водородных технологий: Воркута, Вуктыл, Ухта, Сыктывкар. Выполнен анализ ключевых региональных предприятий, которые работают на территории региона и планы о строительстве которых официально анонсированы. Предложены пути внедрения производств и применения водородных энергоресурсов на этих предприятиях и возможные локальные места захоронения углекислого газа. Рассмотрено производство водорода методом пароводяной конверсии природного газа с применением и без применения технологий улавливания углекислого газа, а также производство водорода методом пиролиза в расплавах металлов. Все технологии производства оценивались на основе природного газа, который транспортируется по магистральному газопроводу с п-ова Ямал.

Произведена оценка:

- эффекта от внедрения метано-водородной смеси с концентрацией 10 об., 20 и 50 об. % водорода;
- увеличения затрат природного газа на производство предлагаемых смесей;
- экономического эффекта от захоронения углекислого газа в геологические хранилища.

Показано, что внедрение метано-водородных смесей с различной концентрацией водорода приведет к снижению выбросов парниковых газов на 4,72...23,60 % при производстве водорода паровой конверсией природного газа без улавливания углекислого газа, а с применением технологий улавливания углекислого газа выбросы снизятся на 8,74...47,72 %. Пиролиз в расплавах жидких металлов снизит выбросы на 9,54...43,70 %.

Экспериментально-теоретические исследования Самарского Политеха в области пиролитических технологий получения водорода

*И.В. Кудинов, А.А. Пименов, Г.В. Михеева, А.В. Пашин
(Самарский государственный технический университет)*

Магистральным направлением развития мировой энергетики на ближайшие годы является переход к низкоуглеродным технологиям производства и потребления энергии. В этой связи в Самарском Политехе создаются инновационные энергоэффективные пиролитические технологии получения водорода из метана. Разрабатываются конструкции жидкометаллических и газовых реакторов, проводятся фундаментальные, поисковые и экспериментально-теоретические исследования комплекса процессов, протекающих в реакторах (взаимосвязанного теплоассоцирования, гидро- и газодинамики, химических превращений и др.). Предложены планы дальнейшего развития пиролитического способа получения водорода.

Водородное аккумулирование на ТЭЦ как способ расширения регулировочного диапазона

И.И. Комаров, В.О. Киндра, В.Ю. Наумов (ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)

На данный момент парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) характеризуются максимальной эффективностью среди прочих объектов генерации: коэффициент использования теплоты топлива для данных установок превышает 80 %. В то же время ПГУ-ТЭЦ обладают узким диапазоном изменения нагрузки, что снижает экономическую эффективность их эксплуатации.

Повысить маневренные характеристики ПГУ-ТЭЦ возможно за счет термохимической аккумуляции на базе паровой конверсии метана (ПКМ). Расчетным путем установлено, что применение данного технического решения позволяет увеличить пиковую нагрузку энергоблока на 23 % и снизить нагрузку паровой турбины до 25 % в момент провалов. Выявлено, что интеграция ПКМ в состав тепловой схемы ПГУ-ТЭЦ позволяет достичь прироста маржинальной прибыли на 2,6 %. Важным преимуществом решения является возможность организации производства дополнительного продукта – водорода.

Получение чистого водорода из природного газа путем электрохимической конверсии

Ю.П. Зайков, А.К. Демин

(Институт высокотемпературной электрохимии)

Один из путей получения чистого водорода из природного газа – это электрохимическая конверсия. Основа электрохимического конвертера (ЭХК) – твердооксидная мембрана, обладающая при температуре 700...900 °С проводимостью по ионам кислорода и электронам. В катодное пространство ЭХК подается водяной пар, на катодной стороне мембраны протекает реакция разложения воды с образованием водорода. Ион кислорода проходит через мембрану и на анодной стороне мембраны взаимодействует с компонентами синтез-газа, который образуется в анодном пространстве в результате паровой конверсии метана. В целом в ЭХК процессы (как и поддержание теплового режима) происходят за счет химической энергии исходного топлива.

Основные преимущества ЭХК: высокая чистота водорода (отсутствуют CO и CO₂, примесь – только водяной пар), меньшие (на 25...40 %) затраты исходного топлива в ЭХК по сравнению с обычной конверсией и простота установки ЭХК.

Перспективные технологии производства и транспортировки водорода

*А.С. Маленков, И.И. Комаров
(НИУ «МЭИ»)*

На данный момент одним из главных вопросов климатической повестки в развитых странах является вопрос перехода на низкоуглеродные технологии во всех сферах деятельности человека. При этом водород рассматривается в качестве средства декарбонизации промышленности, экологически чистого топлива для транспорта и способа аккумулирования энергии.

Организация масштабного потребления водорода в указанных областях требует доработки существующих технологий производства для обеспечения минимального углеродного следа получаемого водорода и промышленного освоения технологий транспортировки значительных объемов водорода от мест производства до места потребления, включая необходимость организации в перспективе экспорта водорода из РФ.

Возможным вариантом решения данных задач является организация производств водорода на базе термической конверсии природного газа с последующим синтезом аммиака из водорода, при этом аммиак в данном случае используется в качестве химического носителя водорода.

Выделение водорода из энергетических смесей с помощью металлгидридов

*Д.О. Дуников
(ОИВТ РАН)*

Для использования водорода в низкоуглеродной энергетике необходимо его доставлять потребителю, в том числе на дальние расстояния, для чего предполагается использовать энергетические смеси (водорода с метаном/природным газом), которые могут быть использованы в обычных газовых сетях. Концентрация водорода в таких смесях мала (обычно 5...10 %), и его извлечение становится трудной и дорогостоящей задачей, поскольку современные методы очистки (мембранные, КЦА) ориентированы в первую очередь на смеси с высоким содержанием водорода и неэффективны, когда водород является второстепенным компонентом.

За счет селективного поглощения водорода металлгидриды могут эффективно выделять водород из смесей с CH_4 и/или CO_2 . Этот метод термодинамически эффективен при малых концентрациях водорода в смеси.

Эффективное производство водорода из природного газа и его использование в высокотемпературных процессах

*С.Н. Петин, А.Н. Рогалев, С.К. Попов
(НИУ «МЭИ»)*

Эффективное производство водорода из природного газа возможно при использовании газовых отходов от высокотемпературных процессов на основе методов термохимической рекуперации (ТХР) и энергохимической аккумуляции (ЭХА). Исследования процессов ТХР и ЭХА проводятся в лаборатории высокотемпературных технологических реакторов НИУ «МЭИ».

Эффективное использование производимого водорода возможно в высокотемпературных процессах, о чем свидетельствует опыт использования водорода в нагревательных печах с достижением энергосберегающих эффектов, в 4,7 раза превосходящих затраты на производство водорода. В этих целях на кафедре инновационных технологий наукоемких отраслей проводятся исследования газогорелочных устройств для сжигания метано-водородной смеси в широких пределах изменения ее основных компонентов.

Решение задач системной интеграции металлгидридных устройств хранения и очистки водорода с топливным элементом и электролизером

*Д.В. Блинов, В.И. Борзенко
(ОИВТ РАН)*

Использование металлгидридных устройств хранения и очистки водорода на основе интерметаллических сплавов, способных селективно и обратимо поглощать водород, перспективно для создания систем аккумулирования энергии с дальнейшей интеграцией в состав стационарных энергоустановок на базе топливных элементов (ТЭ) и электролизеров (источников водорода).

Важнейший класс научно-технических задач в данной области связан с разработкой эффективных (с учетом требований потребителей энергии) технологий системной интеграции металлгидридных устройств с ТЭ и электролизерами. Это возможно только с использованием модельных интегрированных систем, включающих основные элементы системы топливообеспечения автономных энергоустановок.

Технические решения использования водородных энергоносителей в качестве низкоуглеродного топлива на транспорте

*С.А. Грицюта, К.А. Джусь
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

В сфере транспорта более 20 стран объявили о запрете продаж автомобилей с двигателями внутреннего сгорания до 2035 г. Более 35 городов, в которых насчитывается более 100 миллионов автомобилей, устанавливают новые, более строгие ограничения выбросов, и более 25 городов обязались покупать автобусы только с нулевым уровнем выбросов начиная с 2025 г. Перевод транспортных средств на водород является одним из путей, ведущих к полной декарбонизации транспорта в городах.

В ходе работы был выполнен анализ существующих и перспективных технологий производства, транспортировки и хранения водорода на заправочных станциях и технологий отгрузки потребителям водородного топлива, рассмотрены основные типоразмеры и технологические варианты водородных заправочных станций по объемам поставляемого водородного топлива и сценарии их использования.

Сокращение выбросов метана за счет совершенствования алгоритма расчета параметров заполнения магистрального газопровода

*С.А. Лукин (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского),
Д.И. Ширяпов, А.С. Алихашкин (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
В.В. Васильковский (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

В процессе заполнения магистрального газопровода (МГ) природным газом при вытеснении из его полости воздуха или азота в атмосферу может попадать значительное количество метана. Это происходит из-за несовершенства алгоритмов расчета продолжительности процесса вытеснения, регламентированных различной нормативной и технической документацией.

Проанализирован процесс образования смеси при взаимном вытеснении из трубопровода различных газов. Результаты, полученные с использованием различных методик, проанализированы и сопоставлены между собой и с данными реальных операций. Выбрана оптимальная методика расчета.

На основе выбранной методики получены многофакторные зависимости продолжительности вытеснения из трубопровода воздуха или азота природным газом. Результаты работы направлены на совершенствование нормативной базы в области эксплуатации МГ, что позволит снизить выбросы метана при заполнении МГ.

Развитие риск-ориентированного подхода в области управления климатическими рисками

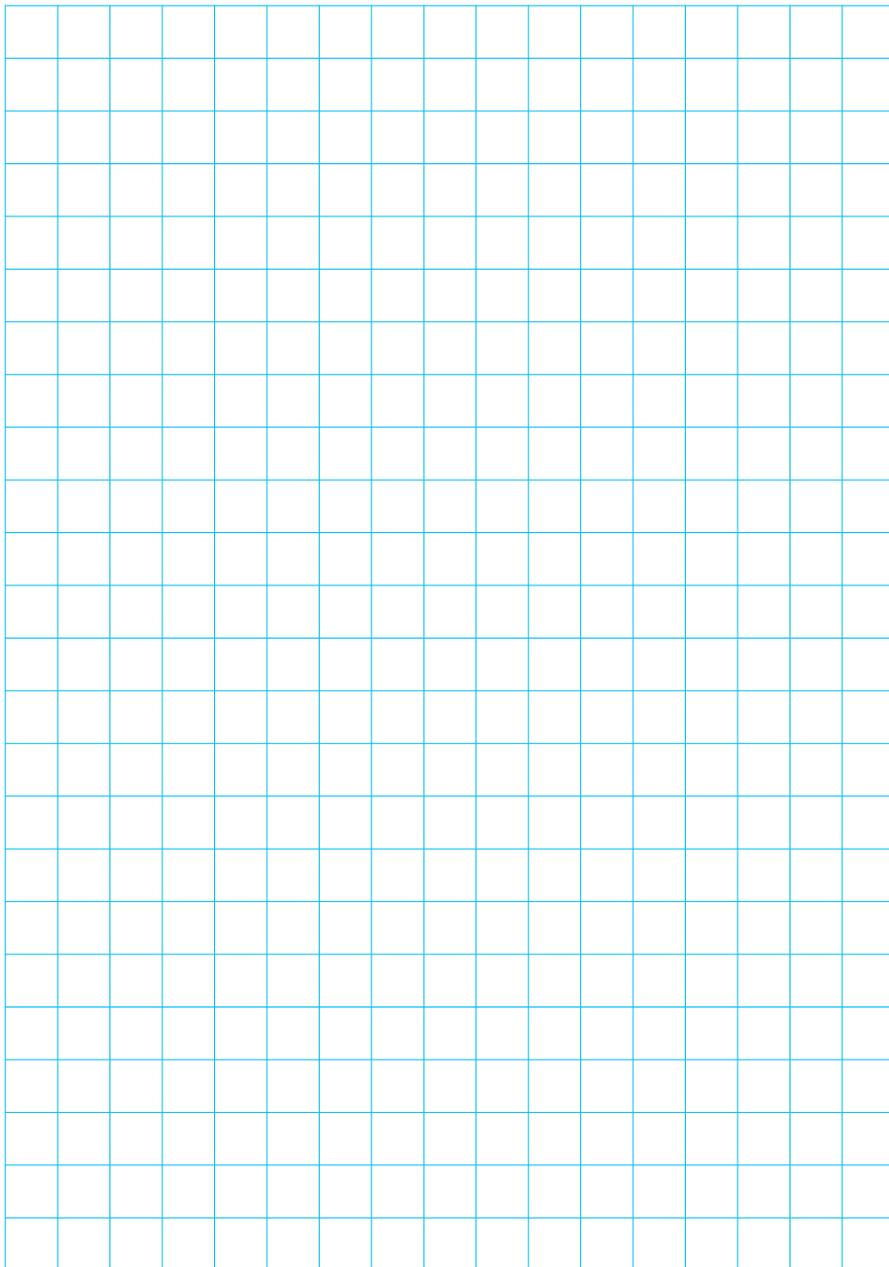
О.Ю. Орлова, А.В. Борисов

(Санкт-Петербургский государственный экономический университет)

Проведенное исследование текущих тенденций с климатической повесткой позволяет разработать сценарии перехода к «зеленой» экономике мирового рынка энергетики, выделить особенности формирования единой архитектуры мировой регуляторной системы в области ESG-регулирования.

Проведен комплексный анализ этапов мирового «зеленого» инвестирования, значимых инициатив и проектов в области устойчивого развития «зеленых» инвестиций, а также обеспеченности нормативно-правовой базы РФ для перехода к «зеленой» экономике.

Определены актуальные риски для компании на этапе разработки климатической стратегии, отмечены векторы развития мировой финансовой системы для внесения вклада в декарбонизацию глобальной экономики.



VII Международная научно-техническая конференция
Экологическая безопасность в газовой промышленности
7–8 декабря 2021



ГРУППА КОМПАНИЙ «КОМИТА»

**Общество с ограниченной ответственностью
«Управляющая компания Группы компаний «КОМИТА»
(ООО «УК ГК «КОМИТА»)**

Группа компаний «КОМИТА» – альянс компаний в области автоматизации, информационных технологий, телекоммуникаций, строительства, построенный на принципах синергетики и адаптивного управления, который позволяет предлагать нашим клиентам инновационные, современные, комплексные решения для бизнеса.

Компании Группы предоставляют полный комплекс услуг: от проработки концепций и обоснования инвестиций до полного обслуживания и ремонта.

Генеральный директор – Рыбин Олег Михайлович

Контакты:

Магистральный туп., д. 5А, 4 этаж, Блок С, офис 402, г. Москва, 123290, Россия

Тел: +7(495)771-63-61

Факс: +7(495)771-63-61

E-mail: info@comitagroup.com

<http://comitagroup.ru>



ООО «ТД «ВЗЛЁТ»

Группа компаний «Взлёт» – ведущее российское производственное предприятие, лидер в разработке и производстве приборов учета расхода жидкостей, газа и тепловой энергии.

Это команда профессионалов, мощная производственная база с ежегодным выпуском более 100 000 изделий, свыше 50 дилерских представительств и более 100 сервисных центров, обслуживающих 50 000 заказчиков в России и СНГ, в Азии и Европе.

Заместитель руководителя отдела – Мишулин Сергей Александрович

Контакты:

Бесплатный звонок по России (8:00–18:00 MSK)

Тел: 8(800)333-888-7 (внутр. 1279)

Моб. тел.: +7(931) 005-97-57

E-mail: mishulinsa@vzljot.ru

www.vzljot.ru

VII Международная научно-техническая конференция

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
В ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ESGI-2021)**

Подписано к печати 07.12.2021 г.
Тираж 170 экз. Ф-т 60x84/16
Объем: 3,6 усл. печ. л.