



СОВЕТ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ
ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»

XI Молодежная международная
научно-практическая конференция

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ОПЫТ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

17–21 апреля 2023 г.

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

XI Молодежная международная
научно-практическая конференция

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ:
ОПЫТ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ**

17–21 апреля 2023 г.

Тезисы докладов

Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность:
тезисы докладов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2023. – 181 с.

Настоящий сборник составлен по материалам XI Молодежной международной научно-практической конференции «Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность», проходившей в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 17–21 апреля 2023 г. в очном формате.

Тезисы докладов представлены в следующем порядке:

Секция № 1 «Геология, поиск и разведка месторождений нефти и газа».

Секция № 2 «Разработка нефтяных и газовых месторождений. Бурение скважин».

Секция № 3 «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта».

Секция № 4 «Инженерная и прикладная механика в нефтегазовом комплексе».

Секция № 5 «Химическая технология и процессы в нефтегазовой промышленности».

Секция № 6 «Автоматизация, вычислительная техника, метрология и связь в нефтегазовом деле».

Секция № 7 «Вопросы экологической безопасности и энергоэффективности в нефтяной и газовой промышленности».

Секция № 8 «Экономика и управление в нефтяной и газовой промышленности».

Секция № 9 «Правовое обеспечение развития нефтегазовой промышленности».

Секция № 10 «Маркетинг, PR и массовые коммуникации в нефтегазовой отрасли».

Секция № 11 «Knowledge and experience for oil and gas industry».

СЕКЦИЯ № 1
«ГЕОЛОГИЯ, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ И ГАЗА»

Анализ подтверждаемости запасов месторождений с запасами УВ, открытых на территории РФ в 1993–2021 гг.

Р.Р. Еникеева
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В докладе рассмотрено состояние ресурсной базы месторождений УВС, открытых на территории Российской Федерации в 1993–2021 гг.

Всего за 1993–2021 годы в Российской Федерации открыто более 1500 месторождений. Запасы месторождений не являются постоянными: за время, прошедшее с открытия, запасы могли изменяться по результатам выполненных ГРП, при пересчете запасов в случае изменения принятых подсчетных параметров, по результатам промышленной или опытно-промышленной эксплуатации.

Ряд месторождений при уточнении их геологического строения были присоединены к другим месторождениям либо объединены, запасы некоторых месторождений не подтвердились и были списаны.

По многим месторождениям отнесение к определенной категории по крупности носило в значительной степени условный характер за счет преобладающей доли запасов кат. С₂, не подтвержденных бурением.

В докладе рассмотрена подтверждаемость запасов месторождений РФ с учетом накопленной добычи, для чего используется коэффициент подтверждаемости запасов и выполнен анализ изменения запасов месторождений за 1993–2021 гг. с дифференциацией по федеральным округам, по типу флюида и крупности месторождений.

Роль и место нодальных систем регистрации сейсмических данных в процессе проведения полевых сейсморазведочных работ

И.А. Солнцев
(ООО «Газпром недра»)

В данной работе проведен сравнительный анализ наиболее перспективных бескабельных регистрирующих систем нодального типа, применяемых в наземной сейсморазведке для работы в сложных поверхностных и природно-климатических условиях и имеющих главные задачи, такие как получение качественного, кондиционного сейсмического материала и минимизация воздействия на окружающую среду при эксплуатации за счет снижения объемов вырубки леса.

Цель работы состоит в том, чтобы изучить рынок наземных беспроводных систем в его нынешнем состоянии с учетом введенных ограничений, а также в целях замещения импортной продукции, имеющей критическое значение при обеспечении производственной деятельности в области сейсморазведочных работ, показать наиболее эффективные наземные беспроводные системы отечественного производства, которые могут конкурировать с импортными аналогами. Одна из таких систем – это отечественный нодальный сейсморегирующий комплекс «Геотом» производства компании ООО «Геосейс».

Все представленные к рассмотрению регистрирующие системы расширяют возможности при выполнении поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений.

Виброволновой метод воздействия на призабойную зону пласта, применяемый для освоения нефтегазодобывающих скважин

А.В. Ефанов

(«Газпром ремонт» – филиал ООО «Газпром инвест»)

Загрязнение призабойной зоны пласта кольматирующими веществами приводит к ухудшению фильтрации флюидов, что сопровождается снижением потенциального дебита добывающих скважин. Одним из перспективных направлений по увеличению дебитов нефтегазодобывающих скважин является улучшение фильтрационных свойств в призабойной зоне продуктивного пласта путем упруго-волнового воздействия на производительные пласты, использующие механизм сейсмоакустической эмиссии (САЭ) напряженных зон пласта и обеспечивающие эффект повышения нефтеотдачи. Интенсивность волнового поля, создаваемого в пластах искусственными источниками, достаточна для создания (провокации) САЭ. Спонтанная САЭ проявляется постоянно в виде шумов определенного уровня и положительно влияет на процесс фильтрации флюидов. Вынужденная САЭ имеет более высокий энергетический уровень и гораздо сильнее влияет на процесс фильтрации, за счет чего и получается положительный эффект. Промышленные исследования и результаты внедрения данных методик свидетельствуют о целесообразности применения виброволнового метода воздействия на призабойную зону пласта и комплексных технологий (акустическое действие с последующей депрессией на пласт или с химической обработкой). При синергетическом воздействии на среду пласта происходит взаимодействие разных по характеристикам колебательных нагрузок на пласт, изменяет его амплитудные и частотные характеристики, снижает энергозатраты процессов разработки месторождений.

Использование инновационной среды программирования для решения задач контроля разработки на примере 3D геолого-фильтрационной модели сеноманской залежи Заполярного НГКМ

*М.М. Степанов
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

В настоящее время основным инструментом для оперативного и обоснованного принятия решения при проектировании разработки месторождений углеводородов является моделирование процессов извлечения нефти и газа с применением геологических и адаптированных на текущую дату разработки фильтрационных моделей.

Работа заключается в разработанной методике, которая подразумевает построение текущих карт: газоводяного контакта (ГВК), подъема ГВК, изобар, текущих эффективных газонасыщенных толщин, а также подсчет запасов на основе уравнения материального баланса с использованием отечественного программного продукта тНавигатор. Построение происходит в соответствии с ГОСТ Р 56539-2015 «Проектирование разработки и освоение газовых и газоконденсатных месторождений».

Создана автоматизированная процедура картопостроения, реализованная с помощью workflow (рабочий процесс). После подготовки исходных данных для построения карт запускается скрипт, позволяющий избежать многих рутинных операций. Используются как встроенные в тНавигатор, так и самостоятельно разработанные скрипты, составленные на языке Python.

Подобраны алгоритмы для построения 2D-поверхностей (новых карт), а с помощью процедуры передискретизации сетки (resample) выбрана оптимальная детализация. Для учета и представления детальной статистики по построенным картам учитываются рассчитанные по гидродинамической модели перетоки между областями подсчета запасов.

Использование методов машинного обучения для анализа каротажных данных скважин

Ю.И. Студёнов
(ОАО «Севернефтегазпром»)

Машинное обучение является быстроразвивающейся отраслью, использующейся в различных сферах. Так, данные алгоритмы применяются для распознавания изображения, перевода языков, обработки сигналов и т.д.

В нефтегазовой отрасли машинное обучение применимо для обработки, кластеризации и дальнейшей интерпретации каротажных данных.

Зачастую анализ исходных данных начинается с их подготовки, которая представляет собой поиск отсутствующих значений, создание матрицы, визуализирующей недостающие показатели как на определенных интервалах глубин, так и в количественном эквиваленте.

После проведения первичного анализа данных можно приступить к их интерпретации и визуализации. Так, алгоритмы машинного обучения можно использовать в следующих целях:

- построение графиков зависимости плотности от результатов каротажных исследований, разделенных между собой по литологическому признаку;
- создание диаграмм для отдельной скважины, сгруппированных по классу литологии;
- визуализация каротажных данных в виде точечных графиков и кривых.

Благодаря перечисленным выше приемам можно построить геологический разрез по каротажным данным, определить, какими породами преимущественно сложен пласт, и предположить, опираясь на исходные данные, на каких глубинах залегают продуктивные пропластки.

Адаптация методов динамического анализа сейсмических данных к прогнозу ФЕС сложнопостроенных коллекторов на малоизученных бурением площадях Арктической зоны РФ

Д.С. Волков
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Развитие МСБ является приоритетным направлением ГРР. Данный вопрос актуален в связи с высокой степенью выработанности залежей УВ, сосредоточенных в антиклинальных ловушках. Возникает необходимость изучения и освоения новых объектов, обладающих высоким потенциалом открытия ловушек УВ неантиклинального и комбинированного типов, в том числе в зонах развития коллекторов со сложным строением. Как правило, площадь нового объекта покрыта съемкой МОГТ-2D/3D и недостаточно изучена бурением, что критично при применении стандартных подходов динамической интерпретации.

Следовательно, совершенствование методики прогноза перспективных геологических объектов со сложным строением коллектора на малоизученных бурением площадях Тимано-Печорской и Западно-Сибирской НГП с помощью комплексного анализа динамических характеристик волнового поля и информации по разрабатываемым месторождениям-аналогам представляет собой актуальную научную и прикладную задачи. Автором последовательно рассмотрены задачи:

1. Поиск перспективных геологических объектов по данным ГИС и МОГТ-3D.
2. Определение информативности методик динамической интерпретации при выявлении УВ-перспективных объектов и прогнозе их ФЕС.
3. Учет обобщенных априорных данных по объекту исследования и разрабатываемым месторождениям-аналогам при прогнозе ФЕС.
4. Изучение возможности использования результатов качественной геолого-геофизической интерпретации в виде входных данных при выполнении количественного прогноза эффективных толщин коллектора.
5. Синтез данных ГИС при недостатке методов, характеризующих упругие свойства пород, с целью расширения информации об упругих параметрах среды, используемых для повышения достоверности прогноза ФЕС.

Особенности геологического строения левобережной части АГКМ, влияющие на добычный потенциал и проводку горизонтальных скважин

Р.Н. Лутфуллин
(ООО «Газпром добыча Астрахань»)

Среди наиболее важных геолого-технологических факторов, не позволяющих наиболее полно реализовать добычный потенциал эксплуатационной скважины, можно выделить следующие: катастрофическое обводнение скважины, проявляющееся либо в ближайшие годы после ввода скважины в эксплуатацию, либо в ближайшие 20 лет эксплуатации; пониженные фильтрационно-емкостные свойства сложного коллектора; осложнения в процессе бурения горизонтального ствола, обуславливающие необходимость технологических и геологических корректировок. Эти факторы могут не обеспечить проектного дебита скважины или, в ряде случаев, могут привести к ликвидации скважины, что негативно повлияет на поддержание или увеличение добычи.

С 2014 г. на Астраханском ГКМ началось строительство горизонтальных скважин. Для оптимизации местоположения, выбора вариантов заканчивания скважины в продуктивном пласте и геометрических параметров профилирования для минимизации осложнений в процессе бурения горизонтальных скважин на неразбуренной части АГКМ дан прогноз возможных зон с низкими ФЕС, выявлены закономерности обводнения в зонах вертикальной трещиноватости, дан анализ осложнений 10 горизонтальных скважин, определены условия, при которых необходимы геологические и технологические оперативные корректировки профиля горизонтальной скважины.

Количественная оценка неопределенности при геомеханическом моделировании на основе калибровочных данных

*Н.Ш. Равилов (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
О.А. Татур (Геонафт (группа компаний Цифра))*

Геомеханическое моделирование является неотъемлемой частью нефтегазовой отрасли и используется во всех жизненных циклах месторождения – от поиска и разведки до строительства скважин, выборе системы заканчивания, а также моделировании процессов гидроразрыва пласта и моделировании процессов разработки с учетом изменений напряженного состояния пласта. Качество геомеханической модели напрямую зависит от качества и достаточности входных данных. В отличие от геологических и гидродинамических моделей, в геомеханическом моделировании до сих пор нет единого подхода и алгоритма для количественной оценки погрешности модели. Качество геомеханической модели определяется как «удовлетворительное»/«неудовлетворительное» и «подтверждено фактическими данными»/«не подтверждено фактическими данными».

В данной работе представлен алгоритм оценки погрешности 1Д геомеханической модели, учитывающий погрешность измерений (в скважине и в лаборатории), качество данных каротажа, тесноту корреляций (как для результатов исследований керна, так и для восстановления недостающих данных каротажа). Также в работе выполнен анализ чувствительности результирующей погрешности к качеству исходной информации. Введен параметр достоверности для оценки вклада того или иного измерения в расчеты. Предложен алгоритм учета неопределенности при моделировании.

Опыт применения геофизических и геохимических исследований с целью мониторинга за распространением газа по пласту-коллектору подземного хранилища газа, созданному в водоносных пластах

*В.Н. Первушина
(ООО «Газпром недра»)*

Основной особенностью эксплуатации подземных хранилищ газа (ПХГ) является циклический характер, который связан с закачкой газа в хранилище в весенне-летний период и отбором в осенне-зимний. В результате циклической работы ПХГ происходит: разнонаправленное движение контура газоводяного контакта (ГВК), изменение значения пластового давления и температуры, что оказывает влияние на пласт, его покрывку, а также на элементы конструкции скважины.

ПХГ подразделяются по объекту эксплуатации на несколько типов: в водоносных структурах, в истощенных нефтяных, газовых и нефтегазовых месторождениях и в отложениях каменной соли.

Эксплуатация ПХГ в водоносных пластах связана с рисками ухода газа за пределы ловушки как в вышележащие горизонты, так и в латеральном направлении, поэтому требуется особый геолого-геофизический мониторинг.

При контроле за эксплуатацией ПХГ проводится комплекс геофизических исследований скважин (ГИС): радиоактивные методы (нейтронный каротаж, гамма каротаж) и газодинамические методы (барометрия, термометрия). В результате исследований определяются коэффициент и толщина газонасыщенности, уровень ГВК, а в последующем после интерпретации ГИС всех исследуемых скважин строится контур ГВК по площади. При исследованиях оценивается степень рассеивания активного газа по пласту в процессе разных циклов работы ПХГ. Оценка характера насыщения проводится методом нейтронного гамма-каротажа, но физические основы метода не позволяют оценить изменения водорастворенного газа за контуром ГВК, либо оцениваются, но с большими погрешностями. Учитывая данные обстоятельства, в скважинах за контуром ГВК дополнительно проводятся гидрохимические исследования с целью определения газонасыщенности и компонентного состава пластовой воды. По изменению компонентного состава или концентрации водорастворенного газа ВРГ в отобранных пробах при гидрохимических исследованиях можно дать оперативную информацию по уходу газа за пределы ловушки до фиксирования геофизическими методами, что является одной из главных задач, стоящих перед контролем за эксплуатацией ПХГ.

Совершенствование методических подходов к комплексному проведению геохимических и геофизических исследований и их интерпретации с целью контроля герметичности ПХГ позволит повысить достоверность прогноза распространения газа в объекте хранения и пласте-коллекторе, в том числе за пределами искусственного контура газонасыщенности и, как следствие, оперативно и своевременно разрабатывать и реализовывать компенсирующие технологические мероприятия по компактизации и/или стабилизации искусственной газовой залежи.

Подготовка одномерных геомеханических моделей метанугольных месторождений в условиях недостаточности исходных данных

*А.Г. Шевцов, А.С. Попков, А.Д. Смирнова
(ООО «Газпром добыча Кузнецк», Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева)*

Объемы добычи метана из угольных пластов в значительной степени зависят от проницаемости целевых эксплуатационных объектов. Значительное влияние на проницаемость оказывают действующие в угольном пласте напряжения. Учитывая эти напряжения и направление распространения основного кливажа угольных пластов, выбор мест заложения скважин для добычи метана угольных пластов можно сделать более обоснованным, что должно значительно сказываться на продуктивности скважин по газу. Практика освоения ресурсов метана угольных пластов в Кузбассе показывает недостаток исходных данных для геомеханического моделирования, а также недостаточный объем кондиционных проб угольного керна для исследований физико-механических свойств угля ввиду нестабильной трещиноватой структуры угольных пластов. Учитывая вышеуказанные моменты, актуальным является определение и прогнозирование напряжений в нетронутых угольных пластах в условиях недостаточности исходных данных. Целью данной работы является подготовка типовых одномерных геомеханических моделей, позволяющих повысить эффективность освоения ресурсов и запасов метана угольных пластов в Кузбассе. На примере Нарыкско-Осташкинского метанугольного месторождения получено распределение действующих в угольных пластах напряжений. Продолжение исследований в рамках работы будет направлено на определение зависимостей, позволяющих прогнозировать горизонтальные напряжения, определяющие непосредственно проницаемость угольных пластов.

**Внедрение современных информационных технологий
в процессы геологоразведочных работ по поиску
на месторождениях ПАО «Газпром».
Технология «Цифровой керн»**

*Н.В. Бадрызлов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Внедрение цифровых технологий в изучение и интерпретацию данных, полученных при исследовании образцов горных пород, обусловлено, во-первых, усложнением геологического строения месторождений, насыщенных углеводородами пластовых систем, а, во-вторых, современными возможностями динамично развивающегося сектора ИТ, позволяющего на основе вычислительной техники проводить подобные эксперименты и, привлекая искусственный интеллект, решать поставленные задачи.

Технология «Цифровой керн» – это комплекс лабораторных и цифровых методов изучения пластовых систем с последующим созданием цифрового двойника залегающей горной породы, обладающий всеми фильтрационно-емкостными, физическими, механическими и химическими свойствами реального образца породы с дальнейшим ремасштабированием полученного опыта.

Технология «Цифровой керн» позволяет переосмыслить устоявшиеся подходы к стохастическому моделированию внутрипластовых процессов, предоставляя возможность интеграции детерминистских показателей около- и межскважинного пространства.

Данный подход к изучению пластовых систем переводит геологоразведочные работы на новый технологический виток развития, в том числе это переход к новой культуре производства, отвечающей высокому качеству и глобальным целям, поставленным перед ПАО «Газпром».

Способ выделения коллекторов с использованием геофизических исследований скважин в зонах с аномально высоким пластовым давлением

*А.А. Коптяев, О.А. Смирнов, Е.Ф. Яшина,
М.Б. Лурье, Р.А. Шишкин
(ООО «ИНГЕОСЕРВИС»)*

Выделенные по данным геофизических исследований скважин эффективные толщины требуют уточнения и противоречат результатам испытания. Все разработанные классические методики выделения коллекторов по каротажу основаны на критериях, которые получены для разреза с нормальным гидростатическим давлением. Недоучет аномально высоких пластовых давлений (АВПД) приводит к ошибкам при интерпретации материалов ГИС.

Основной характеристикой АВПД является коэффициент аномальности (K_a). Анализ продуктивности скважин показал прямую зависимость между притоком пластового флюида и величиной градиента пластового давления. В интервале ачимовской толщи определены граничные значения коэффициента аномальности.

Коэффициент аномальности является основным критерием для выделения коллекторов методами геофизических исследований скважин в интервале АВПД. Результаты исследований профиля и состава притока подтверждают эффективные толщины, выделенные с учетом коэффициента аномальности. Многомерный анализ с применением дискриминантных функций подтверждает корректность выделения коллекторов.

Моделирование и анализ упругих параметров среды при использовании методики флюидозамещения на примере юрских отложений Средне-Ямальского свода

*В.А. Попп, А.А. Коптяев, Р.А. Шишкин
(ООО «ИНГЕОСЕРВИС»)*

Главной целью геолого-геофизических работ является количественная оценка параметров резервуара. В настоящее время качество сейсмических данных позволяет прогнозировать литологию и тип насыщающего флюида. Для успешного решения данной задачи необходимо привлекать результаты ГИС и керн. Связующим звеном разномасштабных исследований может выступать петроупругое моделирование, устанавливающее зависимости между петрофизическими и упругими свойствами пород.

Флюидозамещение как один из этапов моделирования позволяет учесть влияние флюида на упругие параметры среды. Изменение характера насыщения продуктивных пластов влияет на волновое поле и позволяет использовать модельные кривые ГИС для прогноза типа флюида по сейсмическим данным.

СЕКЦИЯ № 2
«РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ. БУРЕНИЕ СКВАЖИН»

Применение нейтрализатора сероводорода для приведения к нормативным значениям качества газа, добываемого на Печорокожвинском НГКМ

*А.А. Старикова
(Вуктыльское ГПУ ООО «Газпром добыча Краснодар»)*

Целью настоящей работы является приведение к нормативным значениям массовых концентраций сероводорода и меркаптановой серы в добываемой продукции скважины № 70 Печорокожвинского месторождения.

Очистка газов, нефтепродуктов от сернистых соединений является одной из главных проблем нефтегазопереработки и подготовки нефти и газа к транспортировке. Содержание сернистых соединений практически не допустимо в товарном продукте. Качество газа, добываемого на Печорокожвинском месторождении, регламентировано СТО Газпром 089-2010 (нормативные показатели: массовая концентрация сероводорода не более 0,007 г/м³, массовая концентрация меркаптановой серы не более 0,016 г/м³) и ТУ 06.20.10.110-014-00153784-2017 с изменениями № 1 и № 2 (не более 0,007 г/м³ и не более 0,036 г/м³ соответственно).

В результате исследований газа скважины № 70 Печорокожвинского месторождения полученные опытным путем в ХАЛ Вуктыльского ГПУ средние значения показателей составляют:

- массовая концентрация сероводорода – 0,68 г/м³;
- массовая концентрация меркаптановой серы – 0,90 г/м³.

В конце 2020 г. специалистами Вуктыльского ГПУ были проведены испытания нейтрализатора сероводорода и меркаптанов Z-Scav марки А СТО 39297743-39-2019 (ТУ) производства ООО «Зиракс» на продукции скважины № 70 Печорокожвинского месторождения.

На основании данных проведенных испытаний:

1. Подтверждена эффективность нейтрализатора сероводорода и меркаптанов Z-Scav марки А. Были достигнуты показатели содержания сероводорода менее 0,007 г/м³ и меркаптановой серы менее 0,016 г/м³. Установлена минимальная дозировка нейтрализатора для достижения необходимых показателей качества газа.

2. Подтверждены заявленные в СТО 39297743-39-2019 (ТУ) физико-химические свойства нейтрализатора сероводорода.

3. Определен максимальный дебит скважины по газу с применением нейтрализатора.

По результатам испытаний были проведены расчеты, подтвердившие экономическую целесообразность применения нейтрализатора сероводорода и меркаптанов Z-Scav марки А на продукции скважины № 70. Подсчитан ожидаемый экономический эффект порядка 9 млн руб.

Также в данной работе рассмотрены пути дальнейшего развития технологии применения нейтрализатора на Печорокожвинском месторождении. Определены основные критерии экономической целесообразности и масштабы внедрения данной технологии. Рассчитан ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии применения нейтрализатора сероводорода для полного развития Печорокожвинского месторождения.

Улучшение качества тампонажного камня в коррозионно-активных средах

А.Ф. Габбасов

(Башкирское управление – филиал ООО «Газпром газнадзор»)

В настоящее время все более актуальным становится вопрос разработки месторождений, которые содержат большое количество сероводорода. Их рентабельное освоение в значительной мере зависит от технологически обоснованных нововведений при цементировании скважин на таких месторождениях. В сероводородных средах создание герметичного заколонного камня представляет собой весьма сложную задачу ввиду большого воздействия агрессивных компонентов на цементный камень. Поэтому становится необходимым внедрение новых материалов, которые бы обеспечивали долговечность цементного камня.

Используя определенные добавки, можно улучшить многие технические характеристики тампонажного камня: повысить прочность, понизить проницаемость для газов и растворов солей, коррозионную стойкость, в том числе сульфатостойкость, стойкость к внутренней коррозии.

Одной из таких добавок является сера, оказывающая воздействие на важнейшие эксплуатационные характеристики цементных бетонов. Также полисульфидная сера обладает высокими гидрофобными и прочностными свойствами, которые позволяют применять бетонные материалы в течение более долгого времени при постоянном воздействии влаги, механических сил и разности температур. Исходя из этого была выдвинута идея использования полисульфидной серы и при цементировании нефтяных и газовых скважин в агрессивных пластовых условиях.

Цель исследования состояла в улучшении качества тампонажного камня в коррозионно-активных средах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Произвести анализ влияния полисульфидной серы на тампонажный раствор.
2. Провести анализ влияния полисульфидной серы на тампонажный камень.
3. Провести анализ коррозионной стойкости цементного камня в агрессивных условиях.

Проведенные эксперименты показали улучшение реологических свойств, повышение прочности камня и снижение проницаемости. Полисульфидная сера, являясь инертным продуктом твердения, эффективно коагулирует поры и снижает пористость. Это позволяет снизить скорость коррозии цементного камня в агрессивных средах, что и было подтверждено экспериментальными исследованиями.

Совершенствование технологии крепления направлений скважин с подводным расположением устья на Южно-Киринском месторождении

*А.В. Потапов
(«Сахалин» – филиал ООО «Газпром инвест»)*

В результате анализа опыта проведения буровых работ подтверждена особая значимость обеспечения качественного крепления направлений скважин с подводным расположением устья, оказывающего влияние на процесс строительства и эксплуатации скважин. Применяемые способы не всегда могут обеспечить достоверный контроль процесса цементирования направлений.

В работе проанализирован опыт крепления направлений скважин на месторождениях Киринского блока проекта «Сахалин-3» и определены основные виды осложнений.

Разработана аналитическая модель изменения нагрузки на крюке полупогружной плавучей буровой установки (ППБУ)/бурового судна (БС) от степени замещения промывочной жидкости тампонажным раствором, обусловленной изменением выталкивающих сил в процессе цементирования направления. Достоверность разработанной аналитической модели подтверждается высокой степенью корреляции с фактическими данными.

По итогам проверки разработанной аналитической модели изменения нагрузки на крюке ППБУ/БС установлена необходимость обеспечения контроля и применения единого алгоритма проведения работ при корректировке положения направления после цементирования и в процессе ожидания затвердевания цемента.

Разработаны и частично внедрены на Южно-Киринском месторождении комплексные мероприятия по повышению качества и эффективности крепления направлений.

Особенности геологического строения и применяемая технология заканчивания скважин для обеспечения контроля за разработкой Южно-Киринского месторождения

*А.А. Латышев, В.Ю. Мальцев
(«Сахалин» – филиал ООО «Газпром инвест»)*

По итогам бурового сезона 2022 г. завершены строительством две газоконденсатные эксплуатационные скважины на месторождении шельфа Охотского моря с использованием передовых технических решений в области заканчивания скважин.

Новые технические решения, используемые на морском месторождении, позволят выполнять контроль технологических параметров эксплуатации целевых объектов на всем жизненном цикле работы скважины, оптимальную выработку запасов, увеличить период безводной эксплуатации скважин, обеспечить компактность и высокую производительность, а также минимизировать технологические операции на скважинах.

Целью использования данных технологий является эффективная разработка Южно-Киринского месторождения на северо-восточном шельфе Охотского моря, удаленного от берега более чем на 60 км, с глубиной моря от 180 м и сезонным ледовым режимом.

Применение новых технологических решений, таких как взаимно интегрированные компоновки нижнего и верхнего заканчивания с системой подводной фонтанной арматуры, позволяют контролировать основные технологические параметры скважины и эффективно разрабатывать месторождение. Решения направлены на минимизацию рисков, связанных с разрушением призабойной зоны пласта, позволяют обеспечить плановые дебиты по эксплуатационным скважинам и длительную эксплуатацию при минимальном техническом обслуживании.

Использование технологических решений на морских газоконденсатных месторождениях является решающим фактором при эксплуатации месторождений с подводно-добычным комплексом и делает разработку эффективной и экономически целесообразной.

Опыт и перспективы реализации термостабилизационных решений, обеспечивающих устойчивость добывающих скважин в сложных геокриологических условиях полуострова Ямал

*А.В. Пахунов, А.Б. Осокин, А.О. Васильева
(ООО «Газпром добыча Надым»)*

Обеспечение устойчивости приустьевых зон газовых скважин в сложных геокриологических условиях месторождений полуострова Ямал является одной из важнейших задач, стоящих перед предприятиями нефтегазового комплекса.

В работе представлены результаты научно-исследовательских, изыскательских и конструкторских разработок, направленных на обеспечение надежности добывающих скважин, выполненных ООО «Газпром добыча Надым» совместно с группой проектных организаций.

Рассмотрен опыт реализации комплексных термостабилизационных решений на кустовых площадках Бованенковского месторождения. Описаны результаты разработки более эффективных теплоизоляционных решений в дополнение к комбинированным термостабилизационным мероприятиям по обеспечению устойчивости крепи скважин для условий Харасавэйского месторождения, характеризующегося более сложными геокриологическими условиями. При этом данные решения не позволяют в полной мере достичь сценария создания конструкции скважины с «нулевым теплотокотом» на всю мощность залегания многолетнемерзлых пород.

Актуальность данной тематики обоснована как устойчивым освоением Арктической зоны России, в результате которого возводятся новые добычные, транспортные и энергетические объекты, так и влиянием потепления климата на изменение состояния грунтов криолитозоны. С учетом вышеизложенного специалистами ООО «Газпром добыча Надым» рассмотрены перспективы использования новых теплоизоляционных покрытий в составе технических решений, направленных на снижение теплопотока от скважин во вмещающие многолетнемерзлые породы.

Разработка установки для отбора жидкости из трубопровода

А.В. Иванов
(ООО «Газпром добыча Надым»)

В настоящее время на Бованенковском НГКМ организована ингибиторная защита газопромыслового оборудования и выполняется противокоррозионный мониторинг прямыми и косвенными методами. Одним из основных видов косвенного метода мониторинга является отбор проб жидкости из скважин и их анализ для определения содержания агрессивных компонентов, определения остаточного содержания ингибитора, определения содержания продуктов коррозии.

Используемое для отбора проб оборудование (коллекторы «Надым-1», «Надым-2») имеет ряд недостатков: значительные масса и габариты коллекторов требуют применения специальных подъемных механизмов для монтажа на скважинах. Также отсутствует возможность проведения исследований без выпуска природного газа в атмосферу. Для применения данных устройств требуется привлечение сторонних подрядных организаций, что влечет за собой значительные затраты.

В целях повышения эффективности противокоррозионного мониторинга коллективом авторов была разработана установка для отбора жидкости из технологических трубопроводов скважин, обладающая существенно меньшими габаритами и массой в сравнении с существующими пробоотборниками, благодаря чему исключается необходимость применения подъемных механизмов и существенно облегчается процесс монтажа и демонтажа оборудования. Применение данной установки позволяет более эффективно сепарировать жидкости, механические примеси и другие фракции от газового потока, при этом исследования проводятся без выпуска углеводородного газа в атмосферу. Работы проводятся собственными силами ООО «Газпром добыча Надым» без необходимости привлечения сторонних организаций.

Установка включает в себя малогабаритный корпус, в котором расположен накопитель, гидравлически связанный с трубой входа жидкости из трубопровода и трубой выхода отсепарированного газа, и набор сепарационных элементов, оказывающих различные газодинамические эффекты, такие как: центробежное и инерционное изменение направления движения, гравитационное оседание за счет применения в конструкции установки тарелки с отбойной пластиной, прямоточно-центробежного лопастного завихрителя и секционной тарелки. На разработанную конструкцию установки для отбора жидкости получен патент на изобретение № 2754143.

Применение разработанной установки обеспечило достижение экономического эффекта за счет снижения затрат на услуги сторонних организаций и сокращения технологических потерь газа.

Повышение качества результатов интерпретации ГДИС на нефтяных скважинах Пильтун-Астохского месторождения путем учета влияния фазовой сегрегации в стволе скважины после закрытия

Н.Ю. Бакало
(ООО «Сахалинская энергия»)

Разработка месторождений нефти и газа в шельфовых условиях обусловлена большими неопределенностями и высокими затратами. Это в особенности справедливо для таких сложных в геологическом плане объектов, как месторождения проекта «Сахалин-2». Соответственно, методы получения данных, не требующие высоких операционных затрат, такие как газогидродинамические исследования скважин, требуют особого внимания. Во время закрытия скважин Пильтун-Астохского месторождения на снятие кривой восстановления давления (КВД) в некоторых скважинах датчики забойного давления регистрируют аномальный рост давления (АРД), связанный с оттеснением жидкости газом ниже уровня манометра. Подобное поведение часто приводит к сильному искажению данных на производной Бурде и, как следствие, к невозможности получения достоверной интерпретации КВД. В работе приведены: анализ механизма появления АРД и факторов, влияющих на время его проявления; расчет эквивалентной плотности флюида между забойным и устьевым датчиками. В ходе работы был сформулирован подход к более точному пересчету давления на различные глубины пласта. Используя предложенный подход, была выполнена интерпретация пересчитанной КВД и сравнительный анализ результатов интерпретации до и после пересчета. Пластовое давление, пересчитанное по новому подходу, сравнили с пластовым давлением соседней гидродинамически связанной скважины без АРД. Сделаны выводы о возможностях и ограничениях данного подхода.

Комплекс решений для эффективной работы газовых скважин на Южно-Русском НГКМ

К.Б. Букарев
(ОАО «Севернефтегазпром»)

На Южно-Русском НГКМ скважины сеноманской залежи введены в промышленную эксплуатацию в 2007–2009 гг. Со временем энергия пласта снижается, соответственно, требуется обновление оборудования, используемого в обвязке скважин. Оборудование, предусмотренное проектом и смонтированное на этапе строительства и ввода в эксплуатацию, не соответствует требованиям по поддержанию текущих технологических режимов работы скважин. В докладе излагаются мероприятия, направленные на модернизацию обвязки скважин и фонтанной арматуры, что в свою очередь обеспечит работу скважин на текущих заданных режимах разработки месторождения.

1. Управление дебитом добываемого пластового газа сеноманской залежи производится путем изменения проходного сечения устройства регулирующего, с электрическим приводом. Для поддержания текущих технологических режимов, снижения риска преждевременного обводнения и разрушения призабойной зоны пласта выполнена замена УР1610Э на устройство регулирующее, с диапазоном регулирования от 0 до 50 мм. Предусмотренные проектом регулирующие устройства с диапазоном от 32 до 120 мм не обеспечивали нужных режимов работы. В текущих условиях длительных постоянных отборов газа и, соответственно, снижения дебита скважин данного диапазона было недостаточно для сеноманского фонда.

2. Для повышения надежности работы и соблюдения требований законодательства РФ выполнена замена узлов учета расхода «ГиперФлоу-ЗП» с истекшим сроком эксплуатации на альтернативные узлы учета с ультразвуковым датчиком расхода «DYMETIC-1223M».

3. В составе обвязки каждой скважины предусмотрено устройство отсекающее, перекрывающее трубопровод при аварийном понижении давления. Конструкция устройства позволяет выполнять настройки значения срабатывания в диапазоне 2,0–8,0 МПа. В связи со снижением пластового давления в периоде длительных постоянных отборов газа выполнена замена регулирующего механизма (привода) с диапазоном настройки срабатывания 0,5–4,0 МПа.

4. С целью дополнительной унификации обвязки скважин Южно-Русского НГКМ предусмотрен соединительный трубопровод (перемычка) с отключающей запорной арматурой (задвижкой), которая расположена между линией подачи газа при работе в шлейф и линией при работе на ГФУ. Данная перемычка обеспечивает возможность при проведении специальных газодинамических исследований скважин с целью определения эксплуатационных характеристик скважин (дебит скважины, температура, давление), производить более точный замер расхода газа в режиме реального времени через узел учета газа с ультразвуковым датчиком расхода

«DYMETIC-1223M», чем на диафрагменном измерителе критического течения, где расход газа определяется расчетным методом.

Таким образом, все вышеперечисленные технические решения могут не только повысить эффективность и безопасность работы скважин, но и в дальнейшем использоваться при строительстве новых объектов Южно-Русского месторождения в качестве унифицированного технического решения.

Технологии и особенности разработки низкопроницаемых запасов газа (на примере Южно-Русского месторождения)

И.А. Вяткин
(ОАО «Севернефтегазпром»)

В связи со снижением добычи газа из сеноманской залежи Южно-Русского месторождения (далее – ЮРНГКМ) активно вводятся в разработку низкопроницаемые запасы туронского яруса с целью поддержания существующего уровня добычи. Туронский пласт в пределах ЮРНГКМ имеет сложное геологическое строение, а именно переслаивание алевролитов и глин, аномально высокое пластовое давление, а также низкую пластовую температуру.

Цель данной работы – выбор технологий, рассмотрение особенности разработки низкопроницаемых запасов газа (на примере ЮРНГКМ).

В данной работе был рассмотрен ряд вопросов:

- обзор технических решений строительства и заканчивания скважин;
- обоснование выбора технологий проведения МГРП на ЮРНГКМ;
- осложнения при разработке туронских залежей;
- определение первоначальной продуктивности скважин и периода выхода на установившийся режим фильтрации газа;
- уточнение фильтрационно-емкостных свойств туронского пласта методом гидропрослушивания.

В результате данной работы выработаны рекомендации о дальнейшей разработке туронского пласта ЮРНГКМ.

Эффективность применения CO₂ в технологиях увеличения нефтеотдачи

*К.А. Стромов
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

Растущая доля трудноизвлекаемых запасов определяет необходимость нахождения рациональных способов повышения нефтеотдачи.

Целью работы является обоснование выбора технологии закачки диоксида углерода (CO₂) в пласт, моделирование процесса с последующей оценкой экономической эффективности.

Предлагается закачивать CO₂ непосредственно в добывающую горизонтальную скважину с последующей ее остановкой для пропитки призабойной зоны пласта и последующей добычей нефти – технология газоциклической закачки (Huff-n-Puff).

Газоциклическую закачку CO₂ при сверхкритических условиях рекомендуется применять в глубокозалегающих пластах и в низкопроницаемых коллекторах.

В работе были рассмотрены варианты применения технологии Huff-n-Puff с различными технологическими параметрами, такими как период выдержки и объем пробки CO₂.

В результате моделирования было установлено, что применение технологии Huff-n-Puff позволило увеличить КИН по сравнению с базовым вариантом разработки на 6,8 %.

Составлена методика оценки экономической эффективности мероприятий по увеличению нефтеотдачи. Алгоритм подразумевает расчет технологических и экономических показателей, в котором учитывается экономический эффект предотвращенного ущерба за счет снижения выбросов CO₂ в атмосферу.

Посчитаны средние затраты на улавливание, транспортировку и закачку CO₂, а также ЧДД – 10,7 млн руб., срок окупаемости – 2,5 года.

Алгоритм принятия решений при внештатных ситуациях в процессе проведения ГРП на Ковыктинском газоконденсатном месторождении

*А.С. Сайнеев, В.В. Соковилов
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)*

Ковыктинское газоконденсатное месторождение (далее – КГКМ) является крупнейшим месторождением природного газа.

В рамках строительства эксплуатационных скважин КГКМ в соответствии с принятой стратегией разработки месторождения на 90 % эксплуатационного фонда скважин планируется интенсификация притока методом многостадийного гидроразрыва пласта.

Гидравлический разрыв пласта – один из самых эффективных методов увеличения притока углеводородов к скважине.

Оптимальный дизайн ГРП не гарантирует отсутствия осложнений в процессе выполнения ГРП. Самое серьезное осложнение – это получение инцидента в виде «СТОПа». При получении «СТОПа» пропант остается в стволе скважины, затрудняет дальнейшее сообщение с пластом и продолжение работ по ГРП на вышележащих муфтах в случае применения многостадийного ГРП.

С целью поиска решений по минимизации получения инцидентов в процессе ГРП рассмотрены и проанализированы результаты цифровых и графических параметров скважин, на которых получено осложнение в виде «СТОП». На основе опыта полученного осложнения в виде «СТОП» ретроспективная оценка выполнения операций ГРП показала наличие закономерности получения осложнений при динамике падения давления 7,5 атм/мин при концентрации пропанта более 600 кг/м³.

Результаты исследования и выявленное пороговое значение изменения устьевого давления в процессе ГРП позволили распространить полученный опыт при выполнении операций на последующих скважинах.

Эффективность внедрения новых технологий и реагентов для интенсификации притока на скважинах АГКМ

*Ю.А. Олейников, О.А. Горбачёва
(ООО «Газпром добыча Астрахань»)*

Низкие ФЕС коллектора, сложность геологического строения и кольматация ПЗП определяют необходимость проведения мероприятий по интенсификации притока для обеспечения планового уровня добычи на Астраханском ГКМ.

Установлено, что при стандартных СКО преимущественному воздействию подвергаются высокопроницаемые интервалы, при этом остальные остаются необработанными. АГКМ применяются высокоэффективные самоотклоняющиеся составы на основе импортных и отечественных реагентов: VDA, Сурфогель, Stream-S, ОКА-10. Система из гелеобразователя ОКА-10 и отклонителя «СРВ-1ПМ» (файберы) предназначена для временной блокировки высокопроницаемых интервалов и отклонения кислоты в необработанные зоны пласта. За отчётный период с применением данной отечественной системы проведено 85 скважино-операций с достижением средней кратностью эффекта в размере 1,32.

Для проведения работ по интенсификации с элементами водоизоляции на Астраханском ГКМ применяется эмульсионно-сuspензионная система на основе реагентов «УНФ-10» и «RX-380», позволяющая снизить подвижность воды и заблокировать обводнённые пропластки. Системой на основе состава RX-380 проведено 14 скважино-операций, при этом отмечено значительное снижение ВГФ, а средняя кратность эффекта составила 1,46.

Внедрение указанных реагентов и технологий интенсификации притока газа позволяет обеспечить дополнительной объём добычи и успешно выполнять плановые производственные показатели.

Минимизация и ликвидация рисков, связанных с потерей подвижности эксплуатационного хвостовика при строительстве скважин в южной зоне Харасавэйского ГКМ

А.Ю. Махошвили
(«Надым» – филиал ООО «Газпром инвест»)

В рамках реализации производственной программы строительства эксплуатационных скважин на Харасавэйском ГКМ в процессе крепления скважин эксплуатационными хвостовиками \varnothing 168 мм специалисты по бурению столкнулись с рядом инцидентов, связанных с потерей подвижности обсадной колонны. Проблематика выражена наличием горных пород, отличающихся по пластовому давлению, а именно присутствием газонапорного пласта выше целевого объекта разработки. Данный пласт в южной части месторождения характеризуется аномально высоким пластовым давлением (АВПД). Уточненная геомеханическая модель указывает на наличие АВПД в пластах ХМ2 и ХМ3 в районах КГС № 9, КГС № 11, КГС № 12, КГС № 13, КГС № 14, КГС № 19. Коэффициент аномальности варьируется в пределах от 1,23 до 1,40 при проектных значениях в 1,16.

Для устойчивого продолжения выполнения производственной программы были разработаны инновационные решения, основанные на отечественном опыте, по минимизации и ликвидации рисков возникновения дифференциальных прихватов.

С учетом геомеханических особенностей пластов, расположенных в районах КГС № 9, КГС № 11, КГС № 14, КГС № 19 в технологические мероприятия по креплению эксплуатационного хвостовика \varnothing 168 мм были включены мероприятия по минимизации рисков дифференциальных прихватов и технологические решения отечественных производителей, а именно: установка в интервал открытого ствола «сухой смазки» для снижения коэффициента трения, замена пружинных центраторов и турбулизаторов на композитные цельнокорпусные центраторы, количество центраторов было увеличено для достижения центрации колонны не менее 70 % для снижения коэффициента трения и уменьшения площади контакта обсадной колонны со стенками скважины, применение реактивного прорабатывающего башмака в составе технологической оснастки для прохождения участков возможного сужения ствола скважины.

Для ликвидации рисков возникновения дифференциальных прихватов при строительстве скважин на КГС № 12, КГС № 13, учитывая идентичность геолого-технических условий, и в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области промышленной безопасности было принято решение о повторном использовании проектной документации, разработанной для морских скважин Харасавэйского ГКМ «тяжелой» конструкции.

Успешная реализация и тиражирование данных мероприятий позволили получить положительный экономический эффект и продолжить реализацию производственной программы строительства скважин на Харасавэйском ГКМ.

Влияние закачки кислых компонентов пластовой смеси Астраханского ГКМ обратно в пласт на конечную углеводородоотдачу

Е.М. Шушкевич
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Реализованная в настоящее время система разработки на уникальном по запасам Астраханском газоконденсатном месторождении (АГКМ), согласно имеющимся оценкам, позволит обеспечить экономически эффективное извлечение порядка 50 % конденсата и 60 % газа. Для повышения конечной углеводородоотдачи, в частности конденсатоотдачи пласта, в мировой практике широко используется технология поддержания пластового давления. При этом, в зависимости от агента закачки, эффективность применения технологии для одного и того же месторождения существенно различается. Ключевое значение имеет доступность агента и затраты на его получение и доставку.

На АГКМ пластовый флюид почти на 39 % состоит из кислых компонентов (сероводород и углекислый газ). Существующая производственная цепочка предполагает выработку элементарной серы из сероводорода, а углекислый газ выбрасывается в атмосферу. На таком углеводородном месторождении целесообразно рассматривать применение технологии закачки обратно в пласт неуглеводородной части пластовой смеси. С одной стороны, очевидна техническая доступность получения агентов для закачки, с другой – реализация такой технологии способствует значительному снижению выбросов парниковых газов в атмосферу, что отвечает современным тенденциям в достижении экологической нейтральности.

В работе приводятся результаты экспериментов по выбору и обоснованию наиболее эффективных агентов для закачки в пласты, а также оценки перспектив промышленной реализации технологии закачки кислых газов на АГКМ.

О перспективах применения статистического метода анализа данных по содержанию компонентов в составе добываемого газа на ранних этапах проектирования разработки газоконденсатных месторождений

*А.А. Савина, А.Ю. Фарисеев, Д.А. Рычков, И.О. Малышев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Ранние стадии проектирования месторождения характеризуются минимальными сведениями о составах добываемого газа, что связано с низкой изученностью объекта на текущий момент.

Цель данной работы – исследование экспериментальных данных о составах пластового газа газоконденсатного месторождения с применением методов статистического анализа.

Определение состава добываемого газа на ранних стадиях проектирования месторождения позволяет предопределить пути переработки и основные направления поставки получаемой в будущем товарной продукции. В условиях необходимости увеличения глубины переработки добываемого минерального сырья данная задача становится все более актуальной. В данной работе при помощи методов статистического анализа были изучены результаты экспериментального исследования составов добываемого газа одного из газоконденсатных месторождений, а также были найдены интервалы распределения содержания отдельных компонентов в составе добываемого газа.

Предложенный подход к определению составов добываемого газа подходит для оценки диапазона изменения содержания ценных компонентов – доверительного интервала на основании ограниченного объема экспериментальных данных. В будущем предложенная методика может быть использована для прогноза состава пластового газа месторождения, характеризующегося малым количеством экспериментальных данных, но находящегося в одной группе месторождений со схожими составами добываемого флюида.

Проведение геомеханического моделирования для целей ГРП в условиях низкопроницаемых коллекторов

*Э.И. Валиева, Н.Ш. Равилов, А.И. Феокистова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Во всем мире доля трудноизвлекаемых запасов неуклонно растет. Разработка и добыча в низкопроницаемых коллекторах требует дополнительных технологий и затрат. Важно подобрать оптимальный подход, позволяющий значительно увеличить производительность с минимальными затратами. Одним из таких подходов является применение гидравлического разрыва пласта (ГРП).

Объектом исследования являются ачимовские отложения месторождения X, представленные песчаниками с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) и разделенные между собой непроницаемыми глинистыми пропластками разной мощности.

С момента начала разработки месторождения применены различные методы интенсификации для увеличения дебитов скважин. Наиболее эффективным оказалось применение технологии интенсификации методом ГРП. В данной работе рассмотрены различные варианты проведения ГРП и оценена эффективность каждого варианта.

Для уточнения основных и технологических параметров трещин ГРП, оценки характера развития трещин построены геомеханические модели по скважинам, что позволило уточнить упруго-прочностные свойства коллектора и перемычки для оценки горизонтальных напряжений и, соответственно, корректировки дизайнов трещин ГРП.

Таким образом, для эффективного проведения ГРП необходимо учитывать не только ФЕС пласта, но и упруго-прочностные свойства, определенные по результатам построения геомеханической модели скважин.

Устойчивость стенок ствола скважины в интервале многолетнемерзлых пород в процессе строительства

*Е.Р. Елкина, А.В. Бекмачев, А.И. Феоктистова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Бурение эксплуатационного фонда скважин на одном из месторождений, расположенном на полуострове Ямал, осуществляется в сложных горно-геологических условиях с осложнениями, связанными с потерей устойчивости ствола скважин, проявлением пластового флюида и поглощением бурового раствора.

Одним из проблематичных интервалов при бурении скважин является интервал залегания многолетнемерзлых пород (ММП), представленный переслаиванием глин, суглинков, песков, в интервале глубин 0–270 м. При проводке скважин в интервале ММП были зарегистрированы следующие инциденты: интенсивное протаивание мерзлых пород; обвалы протаявших пород; затяжки и посадки бурового инструмента; увеличение газопоказаний в интервалах залегания газогидратов.

Одной из вероятных причин вышеперечисленных осложнений в интервале ММП является изменение термобарических условий вокруг скважины в процессе ее бурения, которые приводят к растаиванию пород и распаду газогидратов.

Для минимизации рисков получения осложнений в интервале ММП при строительстве скважин, а также при дальнейшей безаварийной эксплуатации устьевого оборудования скважин необходимо решить следующие задачи: подобрать оптимальную конструкцию скважины, уточнить параметры бурового раствора при бурении и оценить вероятное проседание дневной поверхности.

Разработка алгоритма выделения эксплуатационных объектов на многопластовых нефтегазоконденсатных месторождениях

*Е.В. Полкова, Н.Ю. Колотыгина, М.Н. Юсько, И.О. Малышев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Управление системой разработки на многопластовом месторождении в большей степени определяется правильным подходом к выбору эксплуатационных объектов.

На месторождениях с высокой степенью изученности, в том числе и многопластовых, принятие решения об объединении пластов в объект не вызывает большой сложности, а количество объектов в течение срока разработки может как увеличиваться, так и уменьшаться за счет приобщения или разобщения пластов. Наиболее актуальным вопросом выделения объектов эксплуатации является именно на начальном этапе разработки. Как правило, объем исходной информации для проектирования на данной стадии весьма ограничен, в связи с чем выделение объектов является задачей неоднозначной.

Формирование оптимального алгоритма объединения геологических пластов в единый эксплуатационный объект на начальной стадии проектирования позволяет максимально снизить риск ошибки в выборе системы разработки.

Авторами был разработан алгоритм для автоматического выделения пластов в эксплуатационные объекты, который позволяет, используя базу исходных геологических данных, выделять пласты в эксплуатационные объекты и рассчитывать геолого-физические характеристики получаемых эксплуатационных объектов.

Применение специализированного отечественного программного обеспечения для 1Д геомеханического моделирования с целью проектирования работ по ГРП в скважинах с горизонтальным окончанием

*М.С. Иванов, Я.Е. Анкушев, А.С. Самойлов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Первостепенной задачей применения методов по интенсификации притока является повышение продуктивных характеристик скважины. С этой целью в работе выделены основы проектирования ГРП для представления качественных и количественных параметров трещин гидроразрыва.

Рассмотрены варианты моделирования упруго-напряженного состояния горных пород в ПО Excel и специализированном отечественном программном обеспечении с описанием преимуществ и недостатков каждого из методов. Подчеркнуты особенности построения геомеханической модели (ГММ) для горизонтальных скважин.

Представлена методика построения ГММ для горизонтальной скважины с МГРП, основанная на расчете упруго-напряженного состояния пород для опорной скважины и экстраполяции полученных данных на скважину с горизонтальным окончанием. Метод сопряжен с построением синтетических скважин на каждый интервал МГРП и созданием синтетических кривых каждой из используемых характеристик для последующего применения при проектировании дизайнов ГРП.

Заключительным этапом является анализ результатов моделирования дизайнов ГРП и оценка влияния ГММ на конечный результат.

Работа может быть востребована у специалистов сферы проектирования ГРП, а также геомеханического моделирования.

Влияние бурового раствора на прочностные свойства пород и устойчивость стенок ствола скважины

*А.В. Бекмачев, Е.Р. Елкина, А.И. Феоктистова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Снижение прочностных свойств горных пород и нарушение устойчивости стенок ствола скважин при длительном контакте пород с буровым раствором является одной из важнейших проблем при строительстве скважин по всему миру.

Основные причины проявлений неустойчивости стенок ствола скважин при воздействии с буровым раствором можно разделить на две категории: технологические, связанные с процессами бурения и выполнения спускоподъемных операций, и геолого-геомеханические, связанные не только с перераспределением напряжений при бурении скважин, но и со структурными и текстурными особенностями строения горных пород и их прочностными свойствами, а также свойствами применяемых буровых растворов.

Данная работа посвящена оценке изменения прочностных свойств пород в околоскважинном пространстве при строительстве скважины при воздействии с буровым раствором. Для этого был произведен ряд лабораторных исследований на образцах керна по определению прочности пород на сжатие в зависимости от времени погружения образцов керна в различные типы бурового раствора, используемые при строительстве скважин на рассматриваемом месторождении, на 24, 96 и 240 ч. Проведенный анализ показал, что отмечается существенное снижение прочности породы на сжатие при проникновении фильтрата бурового раствора в породу уже спустя 24 ч, что в последующем учитывалось при геомеханическом моделировании и расчете устойчивости стенок ствола скважин на месторождении.

Разработка концептуальной модели продуктивности скважины по результатам комплексного подхода к анализу газогидродинамических исследований

Г.А. Непомнящий
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В настоящий момент активно ведется эксплуатация и ввод новых месторождений, имеющих сложное геологическое строение. Стандартные методы исследований керна, ГИС, ГДИ, ПГИ не могут дать уверенное описание строения залежи и условий фильтрации в продуктивных горизонтах. Текущие реалии требуют современных и комплексных подходов к анализу всех промысловых и геолого-геофизических данных для оценки реальных запасов газа и газоконденсата, выработке эффективной стратегии разработки месторождений, подбору геолого-технических мероприятий.

Для снижения неопределенностей в процессе разведки и разработки залежей предлагается осуществлять комплексный подход к анализу газогидродинамических исследований, по результатам которого разрабатывается концептуальная модель продуктивности скважины (КМПС). По результатам разработки модели формируется наиболее обоснованное представление о фактических процессах, происходящих в системе «пласт (зона дренирования) – околоскважинная зона – забой – устье скважины». Определяется комплекс параметров, которые существенно влияют на продуктивность скважины и оценивается возможность воздействия на них. КМПС может являться надежной основой как для построения новых гидродинамических моделей, так и для адаптации постоянно действующих геолого-технологических моделей.

Концептуальная модель продуктивности скважины имеет широкую область применения и может значительно повысить экономическую эффективность газодобывающих предприятий.

О необходимости оценки поражающих факторов при авариях на морских нефтегазовых объектах

*А.А. Дурум, Ю.Ю. Петрова, Ю.В. Гамера
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Стремительное развитие морских систем добычи и транспорта газа, связанное в том числе с выходом России на континентальный шельф, порождает интерес к проблемам аварий на подводных трубопроводах и скважинах. Прежде всего, для аварийных событий необходимо провести изучение возможных поражающих факторов и проявлений для окружающей среды и в первую очередь людей, которые могут находиться рядом. При эксплуатации скважин и трубопроводов на континентальном шельфе имеется большое количество угроз их повреждения, например, коррозия, механические повреждения, штормы, размыв дна, неправильная эксплуатация, разрушение материала, использованного при строительстве скважины. В качестве примеров приводятся аварии на «Северных потоках» и в Мексиканском заливе. В докладе проанализированы и сформулированы перечни основных причин и проявлений аварийных событий на морских добычных комплексах и трубопроводах.

Актуальные проблемы строительства высокотехнологичных скважин сложного профиля для разработки ТрИЗ

*В.А. Овчинников, Н.А. Еремин
(ИПНГ РАН)*

Проблемы полного извлечения нефти в условиях истощения и снижения объемов прироста запасов постоянно находятся в фокусе внимания нефтедобывающих компаний уже многие десятилетия. В настоящее время средняя величина проектной нефтеотдачи в мире достигает лишь 30 %, остальные 70 % нуждаются в применении новых методов и технологий. Кроме того, динамика изменения структуры запасов в России определила наиболее важные технологические вызовы, связанные с разработкой трудноизвлекаемых запасов (ТрИЗ). Проблемы достижения высоких уровней добычи углеводородного сырья связана с обеспечением эффективности эксплуатации скважин путем поддержания на максимальном уровне их производительности.

Наиболее перспективным направлением повышения производительности скважин являются технологии строительства скважин сложного профиля, такие как МЗС, РГС, БОВ, многостадийный ГРП, методы увеличения нефтеотдачи, а также технологии, обеспечивающие общее сокращение издержек (цифровое месторождение, цифровая скважина, большие данные).

Совершенствование и развитие технологий увеличения охвата пласта, а также дренирования нескольких нефтяных зон в разобщенных пластах скважинами с большим отходом от вертикали позволит решить ряд важнейших проблем на стадиях проектирования, бурения и заканчивания и разработать новые методики разработки залежей с использованием высокотехнологичных скважин сложного профиля.

Реализация методики по учету D-фактора в расчетном инструменте для анализа и прогнозирования эффективности планируемых ГТМ по интенсификации добычи газа

Д.В. Гилимханов (Уфимский государственный нефтяной технический университет), В.Ю. Никулин (ООО «Тетакон»)

Движение газа в пористой среде является сложным процессом, на который оказывает влияние множество факторов. При больших скоростях движения газа создается дополнительное фильтрационное сопротивление. Для учета нелинейности движения газа из-за турбулентности потока необходимо вводить поправки. Таким параметром является D-фактор, описывающий дополнительный переменный скин-фактор, зависящий от расхода газа в призабойной зоне пласта.

В работе приводятся результаты прогноза эффективности запланированной кислотной обработки скважины с использованием разработанного расчетного инструмента «Анализ добычи» в отечественном симуляторе Rockstim. Разработанный расчетный инструмент позволяет оценить эффективность проведенных ГТМ на скважине с учетом имеющихся ретроспективных данных по добыче газа и информации о ранее проведенных обработках. Также выполняются аналитические экспресс-расчеты эффективности проводимых ГТМ по интенсификации добычи, что дает эффективную и детализированную оценку состояния пласта и работы скважины, на основе которых впоследствии будет выполняться ГТМ.

Расчетный инструмент позволяет увеличить точность расчетов и прогнозирования эксплуатационных параметров на газодобывающем фонде скважин. Использование разработанного инструмента актуально в рамках развития отечественных цифровых решений для нефтегазодобывающей отрасли.

Гидравлический разрыв пласта в полномасштабных гидродинамических моделях газовых месторождений

*Р.В. Кузнецов, А.Н. Шандрыгин, В.В. Шишляев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

При разработке месторождений природного газа с низкопроницаемыми коллекторами возникает необходимость корректного представления ГРП при гидродинамическом моделировании. Наиболее реалистичная картина притока газа к скважинам с ГРП в гидродинамических моделях месторождений достигается при использовании локального измельчения сетки в районе скважин. Такой подход является очень ресурсоемким и может кратно увеличивать время расчета, особенно при большом количестве скважин с ГРП на месторождении. Поэтому при моделировании трещин в полномасштабных моделях необходимо рассматривать упрощенные методы задания трещин ГРП. Широкое распространение имеют подходы с использованием скин-факторов, а также посредством применения виртуальных перфораций. При использовании в симуляторах виртуальных перфораций параметры трещин ГРП задаются в явном виде, но при этом трещина, вскрывающая ячейку, заменяется на виртуальный участок перфорации скважины. При моделировании трещины с применением скин-фактора связь значения с параметрами трещин ГРП скин-фактора представляется формулой. Однако величина скин-фактора имеет ограничение, связанное с размерами сетки модели.

В настоящей работе представлен подход к созданию полномасштабных гидродинамических моделей газовых месторождений с использованием скин-фактора и «виртуальной перфорации» для моделирования ГРП в вертикальных и наклонно-направленных скважинах и критерии применимости этого подхода. Данный подход был апробирован в расчетах на нескольких месторождениях природного газа Западной Сибири. Показано, что использование данного подхода позволяет с достаточной степенью точности воспроизвести историю добычи и выполнить прогноз расчетов показателей разработки с существенным сокращением затрат ресурсов и обеспечить выполнение расчетов в короткие сроки по необходимому количеству вариантов разработки месторождений.

Оптимизация балансировки технологических режимов работы скважин и наземного промышленного оборудования при разработке многокупольных газовых залежей с применением геолого-технологического моделирования

Е.С. Зимин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Большинство месторождений Западной Сибири являются многокупольными со сложной системой транспортировки и подготовки пластового газа. Зачастую в случае разработки крупного, уникального месторождения ввод объекта эксплуатации выполняется поэтапно, основываясь на сложности геологического строения, поэтому наземная инфраструктура включает в себя несколько промыслов, установок по подготовке и компримированию природного газа.

Проведен анализ факторов, негативно сказывающихся как на рациональной разработке пласта, так и на эксплуатации технологических объектов. Предложено применение на практике новых методов и технологий эксплуатации, сформирован последовательный и обоснованный алгоритм для обоснования технологических рекомендаций, направленных на повышение эффективности разработки многокупольных залежей.

На основании выполненной работы сделаны следующие выводы:

1. При текущем проектировании разработки многокупольных газовых месторождений на падающей стадии необходимо применение алгоритмов для оптимизации системы разработки.

2. Применение геолого-технологического моделирования всего газодобывающего комплекса, включающего в себя объект разработки, эксплуатационные скважины с устьевым оборудованием и обвязкой, систему сбора, транспорта и подготовки продукции, комплекс компримирования позволяет выполнить оценку применения технологических решений по оптимизации разработки с целью увеличения эффективности разработки.

Комплексный подход к проведению экономической оценки и оптимизации стратегии разработки морского месторождения с учетом анализа геолого-гидродинамических неопределенностей

*С.А. Васинкин
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Истощение запасов разрабатываемых морских месторождений обуславливает необходимость ввода в эксплуатацию все более новых объектов, характеризующихся высокой геологической неопределенностью и слабой согласованностью фильтрационно-емкостных свойств. Любые ошибки, обусловленные неточностями проектирования, могут привести к весьма значительным экономическим потерям, поэтому для повышения точности моделирования месторождений требуется разработка новых подходов и методик экономической оценки и оптимизаций стратегий разработки.

С целью наиболее объективной оценки продуктивности принятого к исследованию морского месторождения и получения объема наиболее вероятных результатов окупаемости его разработки в работе были использованы специализированные инструменты по анализу неопределенностей и экономической оценке.

Инструменты анализа, используемые в работе, включали в себя максимально возможный набор геолого-гидродинамических параметров, оказывающих основное влияние на прогнозирование уровней добычи углеводородов. Для решения проблемы определения оптимального варианта прогноза из множества реализаций был применен специальный алгоритм, реализованный в ПО tNavigator. Применение алгоритма позволило оптимизировать экономические показатели разработки исследуемого месторождения и сформировать подробные рекомендации по устранению наиболее критичных неопределенностей, влияющих на прогноз показателей добычи.

Моделирование распределения давления и температуры по стволу газоконденсатной скважины (на примере скважин ачимовских отложений Уренгойского НГКМ)

П.А. Щипанов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Расчет забойного давления по устьевому и наоборот является важной промысловой задачей. Известно, что часть скважин, вскрывающих ачимовские отложения Большого Уренгоя, хоть и оснащены стационарными датчиками, однако, на них имеют место неисправности, и как следствие, получение некорректных значений забойных параметров и устьевых параметров. В таком случае для корректного воспроизведения технологических параметров, характеризующих режим работы скважины, актуальным является применение расчетных методик.

На первом этапе данной работы анализировались существующие методики расчета забойного давления при известных устьевых параметрах с точки зрения их применимости к условиям течения газоконденсатной смеси.

На втором этапе на основе уравнений механики сплошных сред (совместное решение уравнения сохранения масс, импульсов и притока тепла) с учетом принятых допущений разрабатывалась методика численного расчета распределения температуры и давления по стволу газоконденсатной скважины. Исходными данными для расчета служили геометрические параметры скважины, свойства газа, дебит газоконденсатной смеси, потенциальное содержание конденсата в газе, пластовая температура, устьевое давление. В качестве начального приближения приняты результаты расчета забойного давления по одной из анализируемых на первом этапе методик. Разработанный алгоритм получил программную реализацию на языке программирования Python.

Оценка насыщенности связанной нефтью газовой шапки нефтегазоконденсатных залежей на основе математического моделирования пластовой углеводородной системы

П.П. Филоненко
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Поровое пространство газовых шапок пластов многих нефтегазоконденсатных месторождений, наряду с остаточной водой, насыщено также и связанной нефтью, количество которой может изменяться в широких пределах в зависимости от геолого-физической характеристики месторождения и условий его формирования. Связанная нефть может явиться причиной возникновения проблем в эксплуатации газовых скважин и промышленной системы сбора и подготовки продукции, поэтому крайне важно оценить величину насыщенности связанной нефтью ($S_{нсв}$) порового пространства газовых шапок нефтегазовых залежей и степень ее подвижности.

Задача оценки значения $S_{нсв}$ решалась на основе математического моделирования пластовой углеводородной системы в рамках единого уравнения состояния газоконденсатной системы и нефти с учетом положения о равновесном состоянии пластовых флюидов в залежи в начальный момент разработки и отсутствия на ГНК фазовых переходов. Создавалось уравнение состояния с едиными параметрами по выбранным пробам пластовой нефти нефтяной оторочки и результатам исследования проб пластового газа. С использованием единого уравнения состояния выполнялся прогноз свойств пластового газа в газовой шапке по расчету от состава пробы пластовой нефти. При этом состав пробы пластовой нефти приводился к такой глубине, чтобы расчеты глубины ГНК в результате дифференциации состава и свойств по глубине совпадали с фактической глубиной ГНК. В результате расчетов определен компонентный состав и свойства «модельного» пластового газа по глубине пласта и выполнено сопоставление данных лабораторных исследований проб пластового газа и математического воспроизведения лабораторных исследований «модельного» газа. Расхождение результатов сопоставления объясняется существованием двухфазной системы «пластовый газ – связанная нефть» в газонасыщенной части пласта. С использованием созданной модели пластовой углеводородной системы произведены итерационные расчеты компонентного состава пластового газа с заданием различных значений $S_{нсв}$, установленных с заданной точностью при воспроизведении результатов лабораторных исследований проб пластового газа в математическом эксперименте с «модельным» газом.

Использование регрессионного анализа при формировании методики безопасной эксплуатации скважин и промышленного оборудования в условиях коррозионной агрессивности добываемого газа из пластов, представленных карбонатными коллекторами

А.С. Русских
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В процессе разработки месторождений углеводородного сырья огромное значение имеет повышение надежности и долговечности работы нефтегазового промысла, которое тесно связано с процессом эрозивно-коррозионного износа материала оборудования.

Целью данной работы было формирование методики безопасной работы газовых скважин, эксплуатирующих месторождение Кандым Республики Узбекистан, сложенное карбонатными коллекторами, с использованием регрессионного анализа для формирования рекомендаций дальнейшей длительной безаварийной работы промысла.

Задачи, которые были отражены в данной работе:

- оценка оптимальности фактических режимов работы скважин с позиции допустимых темпов коррозионного износа оборудования;
- создание адресных рекомендаций по оптимизации технологических режимов работы скважин;
- формирование программы коррозионного мониторинга.

В ходе данной работы была сформирована методика для обоснования граничных параметров технологических режимов работы газовых скважин, позволяющих эксплуатировать газовый промысел с минимальным темпом коррозионного износа.

Данные рекомендации легли в основу проектно-технологической документации месторождения Кандым Республики Узбекистан как при формировании прогнозных режимов работы газовых скважин, так и адресной программы капитальных ремонтов.

СЕКЦИЯ № 3
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

Устройство для контроля за перепадом давления на неэлектрифицированных участках газопроводов дочерних обществ ПАО «Газпром»

М.В. Морозов

(Сибирское управление – филиал ООО «Газпром газнадзор»)

В докладе представлено разработанное устройство для контроля за перепадом давления на неэлектрифицированных участках газопроводов дочерних обществ ПАО «Газпром».

Цели проекта:

1. Обеспечение постоянного контроля давления.
2. Сокращение времени, необходимого на восстановление пропускной способности газопроводов вследствие гидратообразования.
3. Обеспечение безаварийной и бесперебойной работы газосборных и газотранспортных сетей.

Задачи проекта:

1. Повышение точности определения места возникновения гидратной пробки в газопроводах.
2. Повышение надежности эксплуатации газосборных и газотранспортных сетей дочерних обществ ПАО «Газпром» путем выявления процесса гидратообразования на начальных этапах.

Внедрение поспособствует:

1. Обеспечению полного контроля за перепадом давления по всей протяженности трубопровода.
2. Сокращению времени реагирования при аварийной ситуации, связанной с гидратообразованием, разгерметизацией или повреждением трубопровода.
3. Обеспечению надежной и бесперебойной эксплуатации трубопровода.

Методика объективной оценки сварочно-технологических свойств материалов и оборудования, применяемых для сварки плавлением

*А.С. Непомнящий
(Восточно-Сибирское управление –
филиал ООО «Газпром газнадзор»)*

Сварка плавлением – самый распространенный способ получения неразъемных соединений. В настоящее время оценка сварочно-технологических свойств субъективна и основывается на чувственном восприятии сварщика или специалиста. Для выявления сильных и слабых сторон материалов и оборудования, применяемых для сварки, была разработана и экспериментально проверена методика оценки сварочно-технологических свойств, а также использован исследовательский диагностический комплекс быстропротекающих процессов.

Суть методики заключается в обработке осциллограмм тока и напряжения на межэлектродном промежутке, с помощью которых можно оценить стабильность, точность и повторяемость результатов.

С помощью осциллограмм тока и напряжения можно оценить характеристики тепломассопереноса, такие как длительность коротких замыканий, периодичность коротких замыканий и соответственно их коэффициенты вариации. Экспериментально показана зависимость между характеристиками тепломассопереноса и стабильностью процесса сварки и наплавки.

Централизованное хранилище информации о трубах ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

*Л.Р. Шайхутдинов, Г.Э. Летавин
(ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»)*

Обеспечение надежной и безопасной эксплуатации газопроводов Единой системы газоснабжения является одной из ключевых задач ПАО «Газпром», решение которой определяется в первую очередь путем оценки технического состояния и своевременного выполнения мероприятий по диагностике, техническому обслуживанию и ремонту труб. Реализация указанных мероприятий требует наличия большого массива данных с актуальной и полной информацией о трубах на участках ЛЧ МГ, обследованных ВТД. В настоящий момент при проведении расчетов и анализе ПТС специалистами эксплуатирующих филиалов, ИТЦ, производственных отделов информация вносится и проверяется вручную, требуется проведение анализа большого массива проектно-исполнительной документации, что неизбежно влечет за собой возникновение ошибок и неточностей, а также занимает большое количество времени на верификацию данных.

Реализация проекта по формированию централизованного хранилища информации о трубах позволила создать удобный и гибкий механизм по внесению, обработке и хранению всей информации о трубах на ЛЧ, а также систематизировать всю информацию об их параметрах в базе данных. Это способствовало ускорению процесса работы с большим объемом данных, в том числе загружать и выгружать необходимую информацию под различные запросы, автоматизировать трудозатратные процессы, исключая влияние человеческого фактора. При загрузке новой инспекции ВТД система позволяет моментально производить расчеты с учетом уже имеющихся ранее характеристик труб, что позволяет оперативно выявлять потенциально опасные участки на ЛЧ МГ и оперативно принимать управляющие воздействия.

Применение полимерных труб в газотранспортной системе

*Г.Е. Евтух, А.В. Гузенков
(Брянский инженерный центр филиала ООО «Газпром инвест»,
«Газпром ремонт»)*

Основными преимуществами полимерных труб перед стальными являются: низкая электропроводность, широкий диапазон рабочих температур, расчетный срок службы не менее 25 лет, коррозионная стойкость к внешней среде и транспортируемому газу, возможность вторичной переработки.

Наряду с данными преимуществами имеются недостатки, обусловленные низкой огнестойкостью, высокой положительной плавучестью, чувствительностью к механическим воздействиям по сравнению со стальными трубами.

Использование полиэтиленовых труб наиболее распространено для систем газораспределения при строительстве, ремонте и реконструкции трубопроводов с максимальным рабочим давлением не выше 1,2 МПа, однако, существуют единичные примеры использования полимерных труб, усиленных армированием, в составе промышленных трубопроводов диаметром до 200 мм и рабочем давлении до 4,0 МПа.

В настоящее время Департаментом ПАО «Газпром» (С.В. Скрынников) утвержден План мероприятий по вовлечению полимерных армированных труб (далее – ПАТ) в качестве газопроводов с рабочим давлением до 7,5 МПа при проведении капитального ремонта объектов ПАО «Газпром», целью которого является аттестация технологии ремонта с использованием ПАТ. Изменения в действующую НТД в ПАО «Газпром» позволят исключить необходимость применения систем пассивной и активной защиты от коррозии, а также снизить затраты при строительстве, связанные с применением строительной и транспортной техники меньшей грузоподъемности.

Унификация и трафаретизация типовых расчетов и разделов проектно-сметной документации с использованием Microsoft Excel

*А.В. Жолобова
(АО «Газпром газораспределение Киров»)*

Основной задачей проектно-сметного отдела АО «Газпром газораспределение Киров» является разработка проектной документации на строительство линейных газопроводов и пунктов редуцирования газа. Для минимизации ошибок при составлении сметной документации возникла необходимость создания типовых форм расчетов для определения объемов работ, а также автоматизации оформления тома, пояснительной записки, сводного сметного расчета и конъюнктурного анализа.

Был разработан шаблон для формирования полного состава сметной документации, который содержит как постоянные, заранее известные данные, так и информацию, индивидуально вносимую по каждому проекту. Специалист вносит в шаблон исходные данные, такие как название объекта, дата, на которую составлена документация, стоимость локальных смет, выполненных в программном комплексе, затраты на проектно-исследовательские работы, номера договоров и другие обосновывающие документы. В результате получает готовый раздел «Смета на строительство», включающий в себя титульные листы, содержание, пояснительную записку, где прописаны все данные по объекту, используемые индексы пересчета и их обоснования, итоговые суммы строительства в базовом и текущем уровне цен, сводные сметные расчеты с подробной расшифровкой производимых вычислений.

Создание единых форм выпуска документации позволило сократить время оформления сметной документации, свести к минимуму возникновение случайных ошибок в расчетах, а также сократило время на исправление документации при внесении изменений.

Повышение сходимости методики трендового контроля параметров двигателя АЛ-31СТ

*Д.И. Еникеев, А.Ф. Шайхайдаров
(ООО «Газпром трансгаз Уфа»)*

Согласно методике трендового контроля параметров двигателя АЛ-31СТ 29.2900ПМ 6 осуществляется контроль отклонений взаимосвязанных параметров двигателя от базовых характеристик, снятых при 72-часовых испытаниях. С 2016 г. в ООО «Газпром трансгаз Уфа» эксплуатируется система трендового контроля, представляющая собой удаленный мониторинг технического состояния двигателей в режиме реального времени.

По результатам анализа предупредительных сообщений в системе трендового контроля сходимость методики 29.2900ПМ 6 за 2021 г. составила 25,6 %. Для повышения сходимости предложено уточнить поправки на открытие отборов воздуха за КВД и функцию приведения температуры газов за ТНД, расширить допуск для функции измеренной температуры газов за ТНД от физических оборотов КВД, исключить срабатывание предупредительной сигнализации на пуске и останове ГПА.

По итогам опытно-промышленной эксплуатации с обновленными алгоритмами расчета по методике 29.2900ПМ 6 сходимость методики выросла до 89,0 %, что существенно увеличивает шансы на предотвращение нештатных ситуаций двигателей и повышает качество оценки технического состояния.

Повышение надежности газотранспортной системы в условиях изменяющегося напряженно-деформированного состояния линейной части магистральных газопроводов

*Д.В. Гильмутдинов
(ООО «Газпром трансгаз Уфа»)*

Повышение надежности газотранспортной системы связано, в том числе, с обеспечением контроля участков газопроводов при упругопластическом изгибе. В соответствии с утвержденной нормативно-технической документацией упругопластический изгиб газопровода нормируется для радиусов изгиба до $200-250D_n$, при этом не учитывается его изменение во времени.

Собранные статистические данные в одном из дочерних обществ ПАО «Газпром» показывают, что количество участков с упругопластическим изгибом менее $200D_n$ составляет 55 ед., для трубы с диаметром 1420 мм это 114 % от предела текучести и 92 % от предела прочности для трубной стали. Следовательно, необходимо устранять или периодически контролировать геодезическими измерениями каждый участок, что является дорогостоящим и не всегда эффективным методом.

Результатом внутритрубной диагностики являются параметры, характеризующие упругопластический изгиб трубы во всех его положениях:

- радиус изгиба газопровода;
- точка максимального растяжения участка;
- стрела прогиба;
- длина участка с упругопластическим изгибом.

Контроль за техническим состоянием участков с упругопластическим изгибом предлагается проводить с учетом разработанных рекомендаций, учитывающих изменение параметров упругопластического изгиба во времени.

Универсальный диагностический блок для выявления неисправности блока управления станции катодной защиты

Д.Р. Нузуманов
(ООО «Газпром трансгаз Казань»)

ЭПУ «Бугульмагаз» ООО «Газпром трансгаз Казань» эксплуатирует около 1,5 тыс. км подземных трубопроводов, которые защищают 526 установок катодной и 235 установок протекторной защиты.

За последние два года в ЭПУ «Бугульмагаз» проведен анализ отказов установок катодной защиты.

Для обнаружения неисправности был разработан диагностический блок, который включает в себя 4 разъема к самым распространенным станциям катодной защиты.

Порядок действий следующий: при неисправности станции катодной защиты к разъему блока управления подключается данный диагностический блок. При наличии достаточного напряжения загорается светодиод на корпусе. Регулятором производится ручная настройка выходных параметров (силы тока и напряжения). Изменение этих параметров свидетельствует о неисправности в самом блоке управления, который направляется на ремонт в стационарных условиях. Отсутствие реакции на регулировку означает неисправность в дренажных линиях.

Особенности данного блока:

- работа со станциями катодной защиты типа В-ОПЕ, ОПС, УКЗТ и СКЗМ,
- определение неисправности либо в силовой, либо в управляющей части станции катодной защиты,
- возможность временной замены блока управления на одной из вышеперечисленных станций катодной защиты до момента ремонта заводского блока управления, встроенного в станцию.

Оценка эффективности распределения нагрузки между газоперекачивающими агрегатами различной мощности с учетом их технического состояния

А.Н. Богатырев

(Московское ЛПУГМГ ООО «Газпром трансгаз Москва»)

В целях повышения гибкости управления бизнесом ПАО «Газпром», создания новых направлений для его развития, а также роста энергоэффективности и безопасности производства была принята стратегия цифровой трансформации на период 2022–2026 гг.

Одним из пунктов реализации стратегии является создание «цифровых двойников» – виртуальных копий производственных объектов и систем, которые позволят оптимизировать работу действующей ГТС и спрогнозировать режимы работ в различных сценарных условиях. При разработке «цифровых двойников» активно используются технологии искусственного интеллекта, извлекающие знания из «больших данных», генерируемых на производственных объектах ПАО «Газпром».

Разработка «цифрового двойника» компрессорной станции не реализуема без точного определения технического состояния ГПА. В докладе сравниваются основные методики параметрической диагностики, в том числе определение коэффициентов технического состояния, полученных с использованием БИКМ, для использования в цифровых моделях ГТС. Обосновывается внедрение БИКМ на компрессорных станциях дочерних обществ. Основываясь на полученных технических параметрах, произведена точная оценка эффективности распределения нагрузки между газоперекачивающими агрегатами различной единичной мощности и оптимизирован режим работы компрессорной станции.

Реализация транспорта природного газа посредством современных подходов работы диспетчеров газотранспортных служб

Е.Ю. Коростелкина
(ООО «Газпром трансгаз Москва»)

Обеспечение поставок природного газа газотранспортным обществом в объемах, заданных Департаментом 310 ПАО «Газпром», является основной задачей работников диспетчерских служб.

Эффективная работа диспетчера невозможна без современной системы оперативно-диспетчерского управления (СОДУ), которая состоит из системы диспетчерского контроля и управления и системы поддержки принятия диспетчерских решений.

Процесс транспортировки природного газа в современных условиях должен быть максимально энергоэффективным и экологичным. Это значит, что удельные показатели потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) должны соответствовать целевым показателям Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «Газпром». Также выбросы природного газа в атмосферу при ремонтных работах должны быть минимально возможными.

Достижение высокого показателя эффективности в транспорте природного газа невозможно без мероприятий по энергосбережению ТЭР, сохранению природного газа и грамотного планирования проведения работ.

Цель данной работы – показать взаимосвязь совершенствования и развития СОДУ с повышением эффективности потребления ТЭР в магистральном транспорте природного газа.

Использование данных о техническом состоянии ГПА для расчета режима работы газотранспортных систем критической точки воды

А.Н. Скребцов

(Московское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Москва»)

Комплексная оценка изменения технического состояния и выходных параметров газоперекачивающих агрегатов в процессе длительной эксплуатации является одной из ключевых задач в рамках обеспечения надежности и эффективности работы газотранспортной системы. Использование данных о техническом состоянии для расчетов режимов работы ГТС позволяет: снизить отклонения расчетных и реальных параметров режима работы ГТС, эффективно использовать работу газоперекачивающих агрегатов (ГПА) при определенных входных параметрах работы, значительно снизить затраты на топливный газ. Также более точные выходные параметры работы ГПА позволяют прогнозировать эффективные режимы работы с учетом изменения входных параметров окружающей среды.

Современный метод оценки выходных параметров агрегатов компрессорных станций и определение их технического состояния должен учитывать не только отклонения параметров работы ГПА от заводских в целом, но и определять, какой узел агрегата имеет критическое влияние на показатель коэффициента технического состояния. Множество уже разработанных методик способны выполнить эту задачу, но для ее решения необходимо использовать дополнительные средства измерения параметров работы.

Целью работы является разработка методики оценки выходных параметров ГПА в реальном времени, используя данные, полученные со штатной САУ, на основе статистического анализа параметров работы ГПА.

Повышение энергоэффективности компрессорной станции

И.В. Вольнов

(Серпуховское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Москва»)

Разработка и внедрение инноваций было, есть и остается главной задачей инженерно-технического работника. В соответствии с современными тенденциями по экономии энергоресурсов, сокращению эмиссии метана и повышению энергоэффективности КС ПАО «Газпром» заинтересовано в совершенствовании существующего парка ГПА.

Кажется, что все уже придумано и компрессорные станции изучены во всех аспектах, но в ходе работы открылись различные методы, которые:

- снижают затраты топливного газа при работе КС;
- снижают эмиссию метана;
- снижают затраты на обслуживание ЗРА;
- снижают затраты на электроэнергию;
- снижают уровень шума;
- повышают надежность работы ГПА;
- повышают экологическую безопасность.

Целью работы является демонстрация технических решений, которые повышают энергоэффективность транспорта газа, а также иной взгляд на устоявшиеся каноны работы компрессорной станции.

Система учета аварийного запаса, внедрение и преимущества

Р.В. Калашник

(Невинномысское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»)

Аварийный запас труб и соединительных деталей комплектуют из материалов, разрешенных к применению ПАО «Газпром», изготовленных из сталей, примененных в действующем газопроводе и имеющих заводские сертификаты/паспорта, которые хранят в филиалах эксплуатирующих организаций.

Аварийный запас входит в следующие программы проверок: III уровень АПК, IV уровень АПК, VI уровень АПК, внутренний аудит ООО «Газпром трансгаз Ставрополь», целевая проверка Кавказского управления ООО «Газпром газнадзор».

С учетом вышесказанного существует необходимость постоянного учета и контроля состояния аварийного запаса, находящегося непосредственно в филиале. Предлагается система учета аварийного запаса на примере Невинномысского ЛПУМГ.

Основными разделами являются таблицы, необходимые для наполнения данными об элементах АЗ: труб, ЗРА и т.д. Помимо основных разделов созданы вспомогательные таблицы: перечень ГОСТов, ТУ, заводоизготовителей и марок сталей. Они необходимы для исключения повторяющихся данных, т.е. при внесении, к примеру, марки стали один раз она может использоваться и в других формах. Это существенно экономит время при заполнении.

Также составной частью предлагаемой системы является графическое изображение расположения МТР на местах хранения.

Оно необходимо для поиска и погрузки в кратчайшие сроки необходимого материала любым исполнителем, даже не имеющего отношения к аварийному запасу, так как на схемах тщательно прорисован материал и его местоположение.

Модернизация комплексного воздухоочистительного устройства, противообледенительной системы и системы охлаждения двигателя ДГ-90Л2 на примере ГПУ-16С

*Я.А. Ревиняла
(ООО «Газпром трансгаз Сургут»)*

В докладе представлены проблемы при эксплуатации газотурбинного двигателя, являющегося приводом центробежного компрессора для транспортировки природного газа.

Исходя из имеющихся проблем, был принят ряд технических решений, описанных в докладе.

Тезисы:

- использование собственной тепловой энергии газотурбинного двигателя для работы противообледенительной системы;
- повышение эффективности охлаждения газотурбинного двигателя;
- повышение эффективности подготовки циклового воздуха газотурбинного двигателя;
- повышение энергоэффективности и надежности газоперекачивающего агрегата;
- сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду при работе газоперекачивающего агрегата.

Ранжирование участков ЛЧ МГ для определения мест ремонта защитного покрытия по итогам коррозионного обследования и внутритрубной диагностики

*В.О. Савельева
(ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»)*

В соответствии с требованиями нормативных документов ПАО «Газпром» по результатам коррозионного обследования линейной части определяются участки, требующие ремонта защитного покрытия.

По итогам внутритрубной диагностики выявляются трубы, на которых присутствуют коррозионные дефекты различной глубины.

В ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» коррозионное обследование и внутритрубная диагностика выполняются с обязательным определением географических координат выявляемых дефектов.

В работе приведены результаты сравнения итогов двух различных по сути видов диагностических обследований, определены основные узкие места каждого из них.

Также предложен алгоритм определения участков ремонта защитных покрытий линейной части по итогам внутритрубной диагностики с помощью геоинформационных систем с учетом гидрогеологических условий местности и выявленных закономерностей развития коррозионных дефектов для газопроводов, расположенных в зоне ответственности ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Аппроксимация профилей трубопроводов для гидравлических расчетов

М.А. Григорьев
(ООО «Газпром проектирование»)

На стадии прединвестиционных исследований и проектных работ проводятся гидравлические расчеты как внутривидовых трубопроводов месторождений, так и магистральных трубопроводов. Для выполнения расчетов необходимы высотные отметки рельефа местности, формирующие профиль будущего трубопровода, количество которых может превышать 1000 шт. Сокращение количества точек в профиле трубопровода с сохранением его характерных особенностей, влияющих на гидравлический расчет, является актуальной задачей. Поэтому было принято решение разработать соответствующий алгоритм.

Профиль трубопровода можно представить как математическую функцию, заданную в табличном виде. В качестве способа аппроксимации профиля был разработан метод, выделяющий экстремумы для профиля трубопровода. Данный метод позволяет в явном виде выделить перепады высот среди локальных максимумов и минимумов на протяжении всей линейной части. Для магистральных трубопроводов в процессе аппроксимации профиля в качестве дополнительного условия учитывается пункт 18.5.1 СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Также для магистральных трубопроводов необходимо учитывать отметки размещения компрессорных станций, которые будут являться обязательными точками аппроксимированного профиля.

Данный метод был применен при аппроксимации профиля магистрального трубопровода в Китайскую Народную Республику через территорию Монголии для дальнейших гидравлических расчетов.

В результате аппроксимации профиля трубопровода количество точек сократилось на 78 %.

Стратегии управления техногенными рисками на промышленных объектах: диагностика и мониторинг

*О.А. Курасов
(Томский политехнический университет)*

Техногенные риски представляют собой угрозу не только для жизни и здоровья работников, но и для окружающей среды в целом. Поэтому стратегии управления техногенными рисками на опасных производственных объектах необходимы для обеспечения безопасности всех участников промышленного процесса.

Диагностика и мониторинг являются важными компонентами стратегий управления техногенными рисками. Диагностика позволяет выявлять потенциально опасные состояния оборудования и инфраструктуры, а также предупреждать возможные аварийные ситуации. Мониторинг позволяет отслеживать изменения параметров работы оборудования и своевременно реагировать на любые отклонения.

Одним из основных методов диагностики и мониторинга является использование сенсорных систем. Сенсоры могут быть установлены на оборудовании и инфраструктуре, чтобы непрерывно измерять различные параметры работы. Например, датчики температуры и давления могут использоваться для определения состояния трубопроводов и емкостей с опасными веществами.

Кроме того, современные информационные технологии могут быть эффективно применены в стратегиях управления техногенными рисками. Например, системы машинного обучения и анализа данных могут использоваться для прогнозирования возможных аварийных ситуаций и предотвращения их развития. Интернет вещей также может быть использован для создания более гибких и эффективных систем мониторинга.

Условия размещения подводной дожимной компрессорной станции на месте эксплуатации

*А.В. Ковалев, Р.А. Крюков, А.А. Выдра
(ООО «Газпром 335»)*

Оборудование подводной дожимной компрессорной станции для стабильной, надежной и устойчивой (для динамического оборудования) работы в подводных условиях должно жестко стоять на морском дне на проектном уровне с заданной погрешностью.

Грунты в подводных условиях обладают особенностями – разная несущая способность по мере заглубления и по площади размещения оборудования, слабая несущая способность верхних слоев грунта ввиду заливания и насыщения грунтов водой, а также подверженность вероятным воздействиям землетрясений.

Чтобы обеспечить устойчивость на грунтах, требуется использовать оборудование, которое позволит нивелировать все недостатки грунтов и особенности/неидеальность морского дна, а также которое обеспечит необходимую несущую способность и поддержку/устойчивость модулей ПДКС в ходе всего срока эксплуатации. Для этих задач должна использоваться донная опорная конструкция или комплекс из нескольких донных опорных конструкций.

Донная опорная конструкция должна обеспечивать установку оборудования – интерфейсы для установки/подключения/сборки модулей ПДКС, опорные поверхности и направляющие для размещения, системы выравнивания и компенсации нагрузок при эксплуатации.

Выполняемые расчеты должны подтвердить возможность грунтов выдерживать устанавливаемую нагрузку, выдерживать выбранное исполнение донной опорной конструкции и подтвердить прочность/устойчивость самой конструкции для разных режимов и этапов эксплуатации.

Перспективы применения новых материалов и технологий для ключевых отраслей промышленности

*К.Н. Уткина, Д.А. Шурыгин, И.А. Иванов, Л.Я. Левков
(АО «НПО «ЦНИИТМАШ»)*

Сегодня с учетом важности обеспечения технологического суверенитета задача разработки новых материалов и технологий их производства является весьма актуальной.

Одним из перспективных направлений деятельности АО «НПО «ЦНИИТМАШ» являются работы по созданию и совершенствованию, а также освоению новой супердуплексной стали (СДС), обладающей высокой коррозионной стойкостью в различных агрессивных средах (включая конденсат природного газа с высоким содержанием сероводорода и углекислого газа), сочетающуюся с удовлетворительными прочностными и пластическими характеристиками, не склонную к хрупкому разрушению. Разработана принципиальная импортозамещающая технология производства заготовок СДС, позволяющая обеспечить возможность управления качеством металла, стабильность двухфазной структуры с упрочняющими нанодисперсными частицами.

Область применения новой стали включает, но не ограничивается корпусами и внутрикорпусными устройствами запорно-регулирующей арматуры ответственного назначения.

Реализация в условиях АО «НПО «ЦНИИТМАШ» проекта по разработке новых технологий, обеспечивающих возможность конструирования изделий с заданными свойствами и геометрией, отразила первый успешный опыт применения аддитивных методов и технологий (АТ) производства для заготовок изделий энергетического машиностроения.

Впервые в России методом селективного лазерного сплавления изготовлен опытный образец сепарационного модуля центробежного типа судовой ядерной энергетической установки серийных атомных ледоколов. Разработанная технология основана на синтезировании изделия методом прямого лазерного выращивания из порошка коррозионностойкой жаропрочной стали и может быть применена в проектах плавучих энергетических блоков, в том числе модернизированных. Полученные результаты работы являются успешной демонстрацией возможностей АТ, а также, по сути, представляют собой новый шаг, способствующие развитию этого направления для последующего более масштабного внедрения АТ в ключевых отраслях промышленности.

Удаленная параметрическая диагностика газоперекачивающего оборудования, эксплуатируемого на объектах ООО «Газпром добыча Надым»

*П.П. Диомидов
(ООО «Газпром добыча Надым»)*

В настоящее время на объектах Общества в эксплуатации находятся 40 турбодетандерных агрегатов и более 70 газоперекачивающих агрегатов, при этом часть оборудования всегда находится в ремонте (среднем, капитальном, внеплановом), и, как следствие, возникает необходимость проведения как эксплуатационных испытаний оборудования, выходящего из ремонта, так и приемочных испытаний – при поставке оборудования на промысел.

Специалисты ООО «Газпром добыча Надым» активно поддерживают разработку новых методов, методик, программ и вычислительных комплексов с целью оптимизации труда и производственного процесса. Автор работы поставил целью разработать единый инструмент для анализа и проведения удаленной параметрической диагностики эксплуатируемого оборудования в целях оперативной оценки фактического технического состояния оборудования.

Эксплуатация системы удаленной параметрической диагностики на основе разработанных методик позволит проводить оценку основных параметров работы как газоперекачивающих, так и турбодетандерных агрегатов.

В работе автором изложен опыт работы с данной системой, созданными для нее собственными надстройками, отечественным ПО WinПОС для анализа вибрации оборудования и их особенности.

СЕКЦИЯ № 4
«ИНЖЕНЕРНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА
В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ»

Способ безопасной эксплуатации фланцевых соединений

М.Ю. Лёхин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В соответствии с действующими нормативно-правовыми актами РФ система добычи, сбора, подготовки и переработки нефти и газа должна быть закрытой, а используемые в ней фланцевые соединения герметичными.

Несмотря на трудности, регламентная эксплуатация, в том числе в соответствии с нормами законодательства, а также контроль за герметичностью фланцевых соединений является залогом безопасного производства работ и безаварийного технологического процесса.

С целью снижения и, возможно, полной ликвидации утечек, выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, а также уменьшения рисков возникновения инцидентов, аварий сконструирован с последующим изготовлением опытного образца и запатентован «Способ предотвращения утечек из ФС трубопроводов».

В соответствии с п. 2.6.28 ИТС 46-2019 запатентованное изобретение относится к наилучшим доступным технологиям.

Основными функциями изобретения являются: предотвращение утечек, испарений жидких и газообразных углеводородов; снижение трудоемкости ликвидации последствий утечек; снижение коррозии и износа основного уплотнительного кольца; повышение уровня промышленной безопасности; возможность использования при проведении испытаний на герметичность; минимизация деформации основного уплотнительного кольца.

Таким образом, разработка максимально безопасного способа эксплуатации фланцевых соединений является решением, которое минимизирует или полностью устранит риски производственной безопасности.

Изменение газодинамического процесса проточной части ЦБН за счет подбора оптимального угла установки ВНА. Обоснование выбора угла установки ВНА

*М.В. Крутиков, А.М. Власов
(Комсомольское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

1. Введение. Проблема и объект исследования:
 - изменение режима транспорта газа. Центробежные нагнетатели (ЦБН) эксплуатируются с параметрами, не обеспечивающими максимально достижимой эффективности.
2. Актуальность и новизна:
 - поиск технических решений, направленных на повышение энергоэффективности оборудования в сложившихся эксплуатационных условиях, с наименьшими затратами материальных и человеческих ресурсов. Для этого используются современные инженерные методики, которые включают в себя методы вычислительной газовой динамики, математическое моделирование и реверс-инжиниринг на основе 3D-сканирования с последующим применением полученных результатов на производстве.
3. Решение проблемы:
 - адаптация существующей конструкции рассматриваемого ЦБН к существующим режимам работы за счет использования входного направляющего аппарата (ВНА) первой ступени исследуемого ЦБН.
4. Выводы:
 - построена численная модель исследуемого ЦБН. Проведены газодинамические испытания, которые подтвердили результаты численного исследования. Эксплуатация ЦБН показала повышение КПД в сравнении с аналогичными режимами до поворота ВНА;
 - при общих затратах на 1 ЦБН в 7800 руб. экономический эффект составляет 244 766 руб./год на 1 ЦБН при наработке в 6000 часов в год.

Численное исследование влияния длины катушки (трубной секции) на напряженно-деформированное состояние кольцевых сварных соединений

*П.А. Кудинов, Я.Ю. Каширина, В.Н. Зеликов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Одним из непреднамеренных отклонений от проектных решений является нарушение положений нормативной документации в части минимально допустимой длины прямых вставок (катушек) между соединительными деталями и трубными секциями. Невозможность устранения данного отклонения в отведенный срок делает актуальным оценку напряженно-деформированного состояния сварных соединений, выполненных с отклонениями от требований нормативной документации в части допустимой длины трубных секций.

В работе представлены результаты оценки напряженно-деформированного состояния сварных соединений вваренной между двумя трубными секциями катушки, выполненной с отклонениями от нормативной документации. Расчетная модель разработана и реализована на языке APDL в программном комплексе Ansys.

Разработанная конечно-элементная модель является параметрической, в связи с чем возможно ее применение на типоразмерах любых трубопроводов и классов прочности. Кроме того, расчетная модель позволяет варьировать длину ввариваемой катушки, величину смещения кромок между трубными секциями, различные условия нагружения, такие как: изгибающий момент, продольные усилия, внутреннее давление и их комбинации. Метод оценки напряженно-деформированного состояния сварных соединений позволяет получить распределение внутренних силовых факторов, определить влияние сварных соединений друг на друга, выявить концентраторы напряжений.

Исследование геометрических параметров дефекта типа «механическое повреждение», выявленного средствами ВТД и методами неразрушающего контроля

*Я.Ю. Каширина, П.А. Кудинов, В.Н. Зеликов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Для создания норм оценки опасности дефектов магистральных газопроводов важным является достоверность результатов оценки размеров дефектов. В настоящее время в качестве основного источника данных о размерах дефектов рассматривают данные, полученные с помощью средств внутритрубной диагностики (ВТД). Поэтому в докладе осуществлено выборочное сопоставление высот дефектов, идентифицированных как механическое повреждение при ВТД, полученных при ВТД и при последующем обследовании в шурфах.

По результатам сопоставления было установлено, что существуют ошибки идентификации типа дефектов средствами ВТД. После обследований в шурфах некоторые дефекты типа «механическое повреждение», выявленные по результатам ВТД, оказались внутренними расслоениями, коррозией и вмятинами. Однако небольшой объем рассмотренной выборки и незначительная доля в ней ошибочных идентификаций типа дефектов не позволяет сделать системные выводы о причинах и прогнозируемой частоте указанных событий.

Оценка порога выявляемости и погрешности измерения высоты дефектов типа «механическое повреждение», выполненных средствами ВТД, с использованием данных из Р Газпром 2-2.3-919-2015 «Основное и вспомогательное оборудование для внутритрубного диагностирования» и Типового технического задания на ВТД и результатов обследований в шурфах показала, что в целом информация, получаемая при внутритрубной диагностике, соответствует требованиям к достоверности данных, приведенным в нормативной документации.

Расчетная оценка прочности оптического волокна в составе «умного» трубного изделия

*В.Н. Зеликов, Я.Ю. Каширина, П.А. Кудинов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Применение систем удаленного мониторинга напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопроводных конструкций является одним из наиболее актуальных способов повышения безопасности эксплуатации и достоверности информации о состоянии магистральных газопроводов (МГ).

Проведение такого диагностирования наиболее актуально для участков МГ, расположенных на территориях с особыми природными аномалиями, способными порождать дополнительные нагрузки и воздействия на трубопровод. К таким аномалиям относятся вечномёрзлые грунты, зоны с высокой сейсмической активностью, карсты, оползневые участки, активные тектонические разломы и неоднородный рельеф со значительным перепадом высот.

Перспективным и инновационным подходом для организации мониторинга НДС МГ является создание «умных» трубных изделий фабричного исполнения с интегрированными под покрытие волоконно-оптическими датчиками деформации, температуры и др.

К обсуждению предлагается оценка прочности оптического волокна на всех стадиях жизненного цикла такого изделия, для которой была проведена серия конечно-элементных расчетов участка поперечного сечения стенки этого изделия вместе с волокном в программном комплексе ANSYS.

В докладе представлено обоснование оптимальной конфигурации расположения оптического волокна на трубе и необходимой толщины защитного покрытия, чтобы возможные воздействия на «умное» трубное изделие не вызывали искажения результатов мониторинга НДС МГ.

Перспективы применения альтернативного топлива на транспорте

*М.В. Смольников, А.Н. Чернов, Н.Ю. Кутергин
(Кирово-Чепецкий филиал АО «Газпром газораспределение Киров»)*

В 2018 г. президент России В.В. Путин отметил приоритет развития газомоторного топлива в своей речи: «Для нашей страны и для многих других стран мира первичным источником, гораздо более экологичным, является газ. Поэтому, если и говорить об улучшении экологической ситуации в этой сфере, то нам нужно переходить на газомоторное топливо и стимулировать развитие этого направления во всем мире. Видим тенденции, которые происходят в мировой экономике, в том числе и в автомобилестроении, имея в виду использование электромобилей. Но для нашей страны использование газомоторного топлива является даже более приоритетным».

Кировская область не исключение в этом направлении. Предприятия, имеющие транспортные средства, постепенно переходят на нетрадиционное топливо, используя разработки научной школы Вятского государственного университета. Ученые ВятГУ совместно с работниками одного из подразделений АО «Газпром газораспределение Киров» проводят исследование работы двигателей различного назначения на разных альтернативных топливах: природном, сжиженном и генераторном газе; эмульсии с этанолом; добавки к ДТ рапсового и сурепного масла.

Подводя итог, можно сказать следующее: в целом использование газомоторного топлива увеличивается как среди физических лиц, так и в организациях всех форм собственности. Данное направление стремительно развивается в Кировской области, уже действуют около 30 автомобильно-газовых заправочных станций с различным ассортиментом газа.

Приспособление для автоматизированной вырезки технологических отверстий при выполнении огневых работ на участке МГ

*В.И. Коновалов, А.Д. Алёнин
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)*

На объектах газотранспортной системы одним из главных факторов является обеспечение безопасности всего технологического процесса. Для поддержания надежной и безопасной эксплуатации необходимо проведение своевременного ремонта выявленных дефектов.

Ремонт данных дефектов производится с применением открытого огня и искрообразованием, способным вызвать воспламенение газа. Одной из таких работ является вырезка технологических отверстий для прокладки газопровода с последующей установкой временных герметизирующих устройств для локализации участка проведения работ.

При резке технологических отверстий возможно возгорание остатков газозооушной смеси. Поэтому вместе с бригадиром, выполняющим непосредственно вырезку отверстия, дополнительно привлекается сотрудник линейно-эксплуатационной службы, замазывающий глиной место разрезки, не позволяющей выходить на поверхность природному газу.

Для снижения рисков возникновения опасного фактора предлагается автоматизированная установка, позволяющая производить вырезку технологического отверстия одному работнику (без сотрудника линейно-эксплуатационной службы) за счет автоматической подачи глины вслед за ходом реза, что снижает риски возникновения травматизма при выполнении данных работ и влечет за собой экономический эффект за счет снижения количества привлекаемого персонала на данный вид работ.

Использование тепла уходящих газов для обогрева укрытия ГПА Ц-25-НК/РМ.СМ теплообменником-утилизатором

Д.С. Ситников
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

Как известно, для обогрева индивидуального укрытия ГПА Ц 25 НК/РМ.СМ установлен АВГМ (агрегат воздушный газовый модульный), который использует природный газ в виде топлива. Идея разработки заключается в использовании теплоты выхлопных газов работающего ГПА для обогрева собственного укрытия, а именно созданием пластинчатого теплообменника на корпусе шахты выхлопа ГПА.

Преимущества данной схемы заключаются в следующем: экономия топливного газа, увеличение ресурса АВГМ, уменьшение выбросов продуктов сгорания в атмосферу, не создает гидравлических сопротивлений выхлопным газам, чем не затрагивает мощностные качества газотурбинного двигателя. К недостаткам можно причислить то, что теплообменник можно использовать только на работающих ГПА, а также большой срок окупаемости.

Изготавливаться может собственными силами. Для его изготовления необходимо около 300 м² листового железа 2 мм толщины, базальтовый утеплитель, электродвигатель 10–15 кВт, воздуховоды.

Математический расчет был проведен в программе Solid works инструментом flow simuletion. Граничные условия заданы такие же, как и при использовании АВГМ, а именно расход воздуха 8000 м³/час, температура съема с поверхности выхлопной шахты взята 180 °С. Температура наружного воздуха –20 °С. Расчет показал, что при –20 °С наружного воздуха температура воздуха на выходе из теплообменника составляет +20 °С, что в свою очередь является достаточным.

СЕКЦИЯ № 5
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОЦЕССЫ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Высокоэффективные отечественные катализаторы очистки азотно-гелиевой смеси от примесей метана и водорода в целях производства товарного гелия высокой чистоты в условиях санкций и политики импортозамещения

Р.С. Нагиев

(Амурский ГПЗ ООО «Газпром переработка Благовещенск»)

Серьезные требования к катализаторам очистки азотно-гелиевой смеси от примесей метана и водорода при производстве товарного гелия высокой степени чистоты в условиях санкций и политики импортозамещения способствуют активным работам в направлении модернизации и разработки отечественных аналогов соответствующей продукции.

Цель работы заключалась в определении каталитической активности отечественных катализаторов окисления примесей метана и водорода в модельном сырье, имитированном сырьем установки тонкой очистки, сжигания и затаривания гелия Амурского газоперерабатывающего завода, при варьировании коэффициента избытка окислителя, объемной скорости подачи сырья в условиях заданных массовых концентраций активных металлов в широком диапазоне рабочих температур.

Проведен сравнительный анализ каталитической активности соответствующих отечественных и импортных катализаторов окисления.

Рассмотрены причины снижения каталитической активности соответствующих катализаторов в зависимости от фазового состава в условиях эксплуатации.

Рекомендован оптимальный вариант соответствующих катализаторов окисления в целях выработки товарного гелия высокой чистоты на Амурском ГПЗ.

Формирование комплекса фракционирования легких углеводородов на базе завода по подготовке конденсата к транспорту Уренгойского ЗПКТ

*С.И. Илеув
(ЗПКТ ООО «Газпром переработка»)*

В 2021 г. на ЗПКТ осуществлен ввод в эксплуатацию установки стабилизации конденсата ачимовских залежей УСК АЗ. Одним из продуктов установки является широкая фракция легких углеводородов. ШФЛУ вырабатывается в объеме 670 тыс. т в год, смешивается с деэтанализованным конденсатом и направляется на Сургутский завод по стабилизации конденсата.

На СЗСК происходит выделение ШФЛУ из деэтанализованного конденсата, дальнейшая переработка, хранение и отгрузка целевых продуктов. Ввиду загрузки установок СЗСК ШФЛУ проходит фракционирование не в полном объеме. Избыток фракции в объеме 950 тыс. т. в год реализуется по минимальной стоимости.

Принимая во внимание ввод в эксплуатацию дополнительных производственных мощностей, выработку ШФЛУ от установки стабилизации конденсата, расположенной на основной площадке ЗПКТ, а также реализацию государственного проекта «Северный широтный ход», перспективным направлением развития ЗПКТ является создание комплекса фракционирования легких углеводородов на базе предприятия.

Целями данного доклада являются:

- представление концепции формирования технологической экосистемы фракционирования легких углеводородов на базе Уренгойского ЗПКТ;
- разработка и моделирование технологического процесса фракционирования ШФЛУ и газового конденсата;
- предварительный расчет затрат и вычисление индекса экономической эффективности реализации мероприятий.

Применение мобильной установки деэтанализации газового конденсата с целью компенсации выбывших мощностей ЗПКТ ООО «Газпром переработка»

А.Ю. Кудяков
(ООО «Газпром переработка»)

В августе 2021 г. на установке деэтанализации конденсата УДК-1 завода по подготовке конденсата к транспорту произошел технологический инцидент, в результате которого установка была остановлена и впоследствии полностью выведена из строя. Для восстановления выбывших мощностей по переработке газового конденсата предложено решение, которое в кратчайшие сроки смогло обеспечить компенсацию плановых объемов переработки сырья.

Целью работы является обзор реализованного проекта по применению мобильной установки деэтанализации конденсата как возможной альтернативы стационарной установке в случае аварии или кратковременного увеличения плановых объемов добываемого сырья. В рамках проекта в сжатые сроки удалось осуществить разработку проектной документации, изготовление и закупку технологического оборудования и комплектующих, выполнить строительно-монтажные и пуско-наладочные работы и ввести установку в эксплуатацию. В ходе работы отмечены основные преимущества мобильной установки по отношению к объектам капитального строительства.

По результатам успешно проведенных тестовых пробегов установки на углеводородном сырье можно констатировать достижение заявленных гарантийных показателей по количеству и качеству получаемой товарной продукции, а также получение прибыли от ее реализации.

Повышение эффективности работы дебутанизатора Оренбургского ГПЗ за счет замены внутренних контактных устройств

К.Д. Николаев
(ООО «Газпром переработка»)

В настоящее время в дебутанизаторе 374С03 установки очистки и осушки природного газа 2У-370 Оренбургского ГПЗ в качестве внутренних контактных устройств (ВКУ) установлены модули перекрестноточной насадки, которые показали себя как неэффективные. В процессе работы происходят периодические «зависания» жидкости в колонне и унос тяжелых углеводородов с газовым потоком и, как следствие, получение нарушений по показателю «объемная доля жидкого остатка» в ПБФ при норме не более 1,6 %. Наиболее часто данная проблема проявляется в летний период времени.

Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения круглогодичного получения ПБФ, удовлетворяющего требованиям нормативно-технической документации.

Цель данного исследования – оценить целесообразность замены существующих ВКУ дебутанизатора 374С03 установки 2У-370 на новые высокоэффективные.

В ходе исследования в специализированном программном обеспечении разработана и верифицирована термодинамическая модель дебутанизатора 374С03, проведен сравнительный анализ работы существующих и высокоэффективных ВКУ. Разработаны варианты ведения технологического процесса на новых ВКУ, а именно режим с пониженным потреблением энергоресурсов и режим с увеличенной выработкой ПБФ. Рассчитаны укрупненный экономический эффект от замены ВКУ и срок окупаемости ВКУ.

По результатам исследования определено, что замена ВКУ на высокоэффективные не только позволит получать круглогодично пропан-бутановую фракцию требуемого качества, но и получать прибыль от ее дополнительной выработки.

**Оценка возможности применения ингибитора АСПО
для защиты оборудования установки стабилизации конденсата
УКПГ-3 Чаяндинского НГКМ от образования
асфальтосмолопарафинистых отложений**

*Т.С. Ногина, С.А. Колесниченко, Б.А. Зухайриев
(ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)*

Актуальность данной работы заключается в том, что действующий фонд скважин добываемой газоконденсатной продукции на Чаяндинском НГКМ имеет скважины с нефтепроявлением. Опыт эксплуатации скважин с нефтепроявлением показал, что действующее технологическое оборудование установки стабилизации конденсата загрязняется асфальтосмолопарафинистыми отложениями, что приводит к необходимости периодической очистки оборудования и проведению ремонтно-восстановительных работ.

Для исключения вмешательства в работу действующей технологической линии в 2022 г. Инженерно-техническим центром был создан уникальный лабораторный стенд, подобран ингибитор АСПО и проведены лабораторные исследования по применению ингибитора АСПО.

По результатам исследования установлено, что наибольший положительный эффект достигается при применении добавки ингибитора – 0,1 г на 100 г нестабильного конденсата, при этом массовая доля петролейной и бензиновой фракции на 25 % больше, чем в индикаторной пробе без добавки, а массовая доля керосиновой и дизельной фракции на 25 % меньше соответственно. Количество нерастворенного осадка с ингибитором снижается на 3 сотых процента (0,03 %).

Для реализации проекта в 2023 г. планируется проведение опытно-промышленных исследований ингибитора АСПО на базе Чаяндинского НГКМ.

Оценка эффективности применения мембран для разделения углеводородных газов

*А.А. Сигунова, Е.С. Мищенко
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Мембранные процессы сегодня являются одной из ключевых технологий для промышленного разделения газа и демонстрируют растущий интерес к будущему использованию в промышленных процессах.

В качестве основы для получения полиуретановой композиции взяты полиэтиленгликоль и гексаметилендиизоцианат. Удлинителями цепи выбраны 1,4-диаминобутан и 1,4-бутандиол. Растворителями для проведения реакции полимеризации являлись N,N-диметилацетамид и N,N-диметилформамид. В роли наполнителя выступал цеолит ИК-17-1 с соотношением $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 = 36$ с размером пор 0,5–0,6 нм.

Экспериментальные данные показывают увеличение проницаемости углеводородных газов с увеличением содержания цеолита ИК-17-1 в мембране, что может быть охарактеризовано сравнительной оценкой размеров пор цеолита и молекулярным размером углеводородных газов. Присутствие частиц цеолита наряду с усиленной диффузией и растворением конденсирующихся газов способствуют повышению эффективности разделения углеводородов. Ввиду большего размера пор цеолита по сравнению с молекулярным размером пропана увеличение содержания цеолита способствует повышению диффузии углеводородного газа, а также увеличению растворения из-за более высокой способности пропана к конденсации.

Рассмотрена возможность применения полученного мембранного материала в промышленном масштабе, предусматривающего выделение из газовой смеси этана и пропана, что, в свою очередь, позволит получить дополнительную экономическую эффективность за счет продажи не только природного газа, но и отдельных этановой и пропановой фракций.

Совершенствование оборудования для «отдувки» метанола в потоке природного газа из водометанольного раствора

*И.А. Чекмерёва, Д.Л. Курников, Н.И. Сафронова,
С.Л. Матвейчук, Е.В. Куркин
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

Технология рециркуляции и «отдувки» метанола в потоке природного газа из водометанольного раствора (ВМР) является одним из ресурсосберегающих вариантов утилизации метанола на газовых промыслах. Суть технологии – подача ВМР с последующих ступеней сепарации на предыдущую в десорбер, где осуществляется насыщение газа метанолом из подаваемого ВМР.

С целью повышения эффективности «отдувки» метанола из ВМР в газообразную фазу и насыщения им газа для предотвращения гидратообразования на УКПГ-1В ЯНГКМ в 2019–2021 гг. осуществлена модернизация абсорберов А-1, А-1р УКПГ-1В, выполняющих функции сепараторов-десорберов метанола. При модернизации проведена замена внутренних устройств аппаратов (установлены структурированная массообменная насадка, верхний распределитель жидкости для равномерного распределения потока ВМР по массообменной насадке, каплеуловители в выходной сепарационной секции аппарата и прочее).

Оценка результатов модернизированных абсорберов показала увеличение эффективности «отдувки» метанола; снижение содержания метанола в ВМР на выходе из полуглухой тарелки абсорбера; отсутствие уноса капельной жидкости с газом выше 5 мг/м^3 ; увеличение эффективности массообмена 2,2–2,9 раза.

Таким образом, в результате проведенной модернизации произошло улучшение «отдувки» метанола в газ в результате значительного повышения эффективности массообмена в абсорберах. Работа аппаратов после модернизации происходит без уносов капельной жидкости с газом.

Предложения по увеличению эффективности технологий извлечения гелия из природного газа

В.М. Ан
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

На сегодняшний день гелий широко применим в таких отраслях, как медицина, воздухоплавание, производство оптоволокна, дефектоскопии и др. Наблюдаемый в мире дефицит гелия обусловлен следующими факторами:

- остановка на ремонт после аварии 2022 г. гелиевого завода в техасском Клиффсайде (треть мировых поставок гелия);
- закрытие на ремонт в 2022 г. двух из трех гелиевых заводов в Катаре (треть мировых поставок);
- сокращение производства гелия в Алжире;
- остановка Амурского газоперерабатывающего завода в связи с аварией в 2022 г.

Большая часть продукции рассчитана на экспорт в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (при поставках в западные регионы страны повышаются логистические издержки). Для минимизации затрат необходимо организовать региональное производство на малотоннажных гелиевых заводах (ГЗ), обладающих большей энергоэффективностью. Одной из таких является технология «Газпром» – установка ОМПУ-100, не имеющая аналогов в мире. Автором проведен технико-экономический анализ ее применимости на малотоннажных ГЗ, подключаемых к потокам существующей газотранспортной системы в регионах, отличных от Восточной газовой программы «Газпрома».

Для этого был произведен ряд оценочных расчетов в системе технологического моделирования, определены основные влияющие на производственный процесс технологические параметры, рассчитаны их оптимальные значения при свойствах гелийсодержащего природного газа.

Повышение энергоэффективности процесса регенерации реагентов

Д.С. Бурдинский
(ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»)

На промысловых объектах подготовки газа наиболее распространенным процессом регенерации антигидратных реагентов является ректификация. В качестве конденсаторов в укрепляющей части колонн регенерации широкое применение получили аппараты воздушного охлаждения (АВО) различных типов и способов исполнения. Наиболее распространенным типом АВО являются воздушные холодильники открытого исполнения с дополнительной системой подогрева воздуха для исключения переохлаждения продукта и обледенения теплообменных труб.

При возникновении непредвиденных факторов, таких как изменения температурного режима и состава сырья, может возникать избыток тепла на установке регенерации и кубовый продукт колонны (регенерированный реагент), который выходит с установки с повышенной температурой.

Для исключения указанных осложнений предлагается утилизировать избыточное тепло кубового продукта в системе подогрева воздуха блоков АВО. Реализация данного решения позволит: поддерживать температуру кубового продукта в проектных диапазонах, снизить металлоемкость конструкций, а также повысить энергоэффективность процессов. Предлагаемая схема имеет потенциал к реализации на УКПГ и ПХГ при наличии схожих условий работы.

Повышение энергоэффективности процесса регенерации реагентов

В.А. Бойко
(АО Газпромнефть-МНПЗ)

Проведен анализ полувекового применения традиционных сорбентов сероочистки – алканоламинов. Показаны их достоинства и недостатки в промышленной эксплуатации. Ввиду низкой термической и химической стабильности алканоламинов, выражаемой в накоплении продуктов деградации, снижении сорбционной емкости и пенообразовании, к внедрению предлагаются ионные жидкости с сильными сорбционными свойствами в отношении серосодержащих соединений. Ионные жидкости – высокоустойчивые соединения с малым коэффициентом пенообразования и очень низким давлением насыщенных паров, что выражается в нулевой потере основного компонента при десорбции. Ионные жидкости предлагаются внедрять в процессы сероочистки на нефтегазоперерабатывающих предприятиях: в установках получения серы, каталитического крекинга и др. Негорючие, безвредные ионные жидкости, обладающие сопоставимой с алканоламинами сорбционной способностью, могут стать достойной заменой алканоламиновых сорбентов.

**Кинетика обмена кислорода газовой фазы с оксидами
на основе кобальтито-феррита бария-стронция,
перспективными для воздушных электродов
среднетемпературных ТОТЭ**

*А.Р. Ахмадеев, М.В. Ананьев (АО «Гиредмет» имени Н.П. Сажина),
В.А. Еремин (ФГБУН «Институт химии твердого тела
Уральского отделения РАН»)*

Сложный оксид $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$ (BSCF), обладая высокими значениями скорости поверхностного обмена кислорода и электронной проводимости, известен как перспективный материал для воздушных электродов среднетемпературных твердооксидных топливных элементов. Широкое применение этого материала ограничивается его метастабильностью в условиях работы высокотемпературных устройств. Допирование высокозарядными катионами (Ta, W, Nb, Mo) в подрешетку кобальта и железа является известным способом стабилизации кристаллической структуры BSCF. Введение таких катионов влияет на механизм обмена кислорода газовой фазы с поверхностью оксида, что в свою очередь отражается на производительности воздушного электрода.

Целью данной работы стало изучение влияния высокозарядных катионов, таких как Ta, W в оксидах на основе $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$ на кинетику взаимодействия кислорода газовой фазы с поверхностью оксидов в условиях, приближенных к режиму работы среднетемпературных топливных элементов. Методом релаксации давления кислорода были измерены химические коэффициенты обмена кислородом в интервале температур 600–800 °С и диапазоне давлений кислорода 1–26,7 мбар. Обсуждается влияние состояния поверхности оксидов на механизм обмена кислорода.

Применение индикаторных веществ, образующихся в процессе регенерации адсорберов, работающих по технологии ADAPT, для определения герметичности запорной арматуры

Я.П. Муравьева
(ООО «Газпром трансгаз Краснодар»)

Важным требованием, предъявляемым к запорной арматуре установок подготовки газа к транспортировке (УПГТ) по морским участкам магистральных газопроводов, является обеспечение герметичности затвора. Для периодического контроля его герметичности предлагается использовать диметиловый эфир (ДМЭ), который образуется в процессе регенерации адсорберов УПГТ из метанола.

В режиме адсорбции природный газ проходит через силикагелевые адсорбенты, при этом наиболее интенсивно извлекаются из газа и накапливаются в адсорбере вода и метанол, образующие наиболее прочные водородные связи с силанольными ($\equiv\text{Si}-\text{OH}$) и алюминольными ($=\text{Al}-\text{OH}$) группами адсорбентов. После насыщения адсорбентов включается режим регенерации при повышенной температуре 280–290 °С. В процессе регенерации возникают условия для образования ДМЭ: наличие реагирующего вещества; присутствие катализатора (Al_2O_3); высокая температура.

Для мониторинга герметичности циклической запорной арматуры сопоставляются концентрации ДМЭ с двух сторон кранов в закрытом состоянии в условиях известного перепада давления.

СЕКЦИЯ № 6
**«АВТОМАТИЗАЦИЯ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
МЕТРОЛОГИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ»**

Моделирование первичного измерительного преобразователя для измерения магнитных полей дефектов трубопроводов

Р.Е. Вавилов
(АО «Газпром диагностика»)

Одной из важнейших задач обеспечения исправности работы газотранспортной системы является проведение периодической диагностики технического состояния линейной части магистральных трубопроводов. На сегодняшний день для обнаружения дефектов стальных трубопроводов широко применяются магнитные измерения, при проведении которых регистрируются магнитные поля имеющихся в стенках труб дефектов. Эффективность магнитных методов диагностики трубопроводов непосредственно связана с точностью проводимых магнитных измерений. Вследствие этого актуальной является задача увеличения точности магнитных измерений с целью повышения степени обнаружения дефектов трубопроводов и улучшения показателей определения характеристик обнаруженных дефектов.

Одним из способов увеличения точности магнитных измерений является улучшение метрологических характеристик, применяемых в дефектоскопах первичных измерительных преобразователей. Улучшение характеристик преобразователя возможно в результате изменения его конструкции, а также посредством введения в его электрическую схему дополнительных элементов, компенсирующих влияние магнитных полей, не относящихся к магнитным полям дефектов диагностируемой трубы.

В докладе предложена конструкция первичного измерительного преобразователя, предназначенного для измерения характеристик магнитных полей дефектов стальных труб, представлены результаты моделирования процесса его работы, рассмотрена возможность применения преобразователя данной конструкции в магнитных дефектоскопах.

Измерение температуры точки росы по воде с использованием оптического гигрометра

М.Н. Аверин, А.А. Калинин
(«Северо-Запад» – филиал ООО «Газпром инвест»)

Одним из основных физико-химических показателей газа горючего природного, согласно СТО Газпром 089-2010, поставляемого и транспортируемого по магистральным газопроводам, является температура точки росы по воде.

В настоящее время в «Единый Реестр материально-технических ресурсов, допущенных к применению на объектах Общества и соответствующих требованиям ПАО «Газпром» для измерения точки росы по воде включено оборудование, работа которого основана на конденсационном методе измерения. Недостатком данного метода является длительное время измерения и необходимость очистки чувствительного элемента прибора.

Для решения вышеуказанной проблемы предлагается для измерения точки росы по воде использовать гигрометр, работа которого основана на анализе спектра оптического излучения. Принцип работы устройства следующий: лучи от лазеров, работающих на длинах волн, которые поглощаются молекулами воды и являются прозрачными для углеводородов, проходят через исследуемый газ на фотоприемник, далее блоком обработки осуществляется математический анализ сигнала с фотоприемника, уровень ослабления проходящего излучения позволяет определить концентрацию водяных паров, которую можно перевести во влажность, а зная температуру и давление газа, можно получить температуру точки росы по воде.

Неоспоримым преимуществом данного метода является безошибочное отличие воды от других веществ, быстрое действие ввиду отсутствия необходимости длительного охлаждения чувствительного элемента и отсутствие датчиков в газовой среде, которые могут повлиять на результат измерений.

Система определения технического состояния двигателя внутреннего сгорания на основе вибросигнала

*А.Г. Садриев, Д.М. Шамсутдинов
(ООО «Газпром трансгаз Уфа»)*

Как известно, техническое состояние автопарка выражается в коэффициенте технической готовности. Однако в процессе эксплуатации не всегда можно оценить, в исправном состоянии находится транспортное средство или в работоспособном, или же техника находится в состоянии, когда в ближайшее время возможен отказ.

Одним из способов оценки технического состояния является внедрение процесса диагностирования по сигналам вибрации.

У предлагаемых сегодня решений есть ограничения: если в качестве анализатора применяется смартфон, то у данных систем отсутствует возможность определения «неисправного» цилиндра, они просто сообщают о ненормальном спектре сигнала. Предлагаемая система диагностирования позволяет устранить описанный недостаток. Система вибродиагностики двигателя внутреннего сгорания (ДВС) по сигналам вибрации состоит из приложения для обработки и записи сигнала вибрации и устройства синхронизации фаз вибраций двигателя с положением деталей двигателя (коленвала, распредвала). Данным методом можно диагностировать как легковые машины, так и грузовые автомобили с дизельным, газодизельным и газовым двигателем, применяемые как технологический транспорт в сфере нефтедобычи и строительстве.

В ходе данной исследовательской работы был разработан макетный образец устройства синхронизации, а также написан программный код, на основе которого было разработано приложение на смартфон, которое записывает сигнал вибрации с ДВС и сигнал с устройства синхронизации. Посредством разработанного комплекса вибродиагностики ДВС был проведен замер сигналов вибрации и его анализ.

Разработка методологии оптимального проектирования жидкостных систем охлаждения высокопроизводительных вычислительных средств

В.С. Стёпин

(Воронежское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Москва»)

В настоящее время существует повсеместная тенденция к повышению вычислительной мощности при параллельной миниатюризации электронных средств. Это влечет за собой значительную тепловую нагрузку. Одним из самых эффективных методов охлаждения является жидкостная система. Но существующие математические модели или методы расчета в САПР предназначены для узкого класса изделий и не позволяют разработать эффективную систему охлаждения с минимальным перерасходом материала.

Для решения актуальной проблемы разработки методологии оптимального проектирования систем охлаждения вычислительной электроники предлагается синтезировать:

- расширенную библиотеку математических моделей для анализа тепловых процессов РЭС;
- методики расчета тепловой системы на основе воздуха или жидкости, теплоотводов, а также комбинированных жидкостно-воздушных систем;
- лабораторный комплекс проведения натуральных экспериментов (испытательные стенды для исследования тепловых и механических воздействий);
- новые конструкции теплоотводов и систем охлаждения на основе наиболее эффективной принудительной или естественной конвекции в иммерсионной или воздушной среде с элементами кондуктивного теплообмена;
- другие средства и методы, предложенные в рамках проводимой НИР.

Автоматизация научных исследований живучести объектов добычи газа НГКМ

*А.Ф. Валеев
(ООО «Газпром добыча Оренбург»)*

Процессы добычи продукции многих газоконденсатных месторождений осложняются неблагоприятными воздействиями. Одним из основных неблагоприятных воздействий является обводнение. Например, на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении обводнены порядка 20 % газовых скважин.

Влияние неблагоприятного воздействия обводнения на объекты добычи газа, которое приводит к снижению эксплуатационных показателей скважин, предложено характеризовать свойством живучести. Разработана концепция автоматизации научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения. Доказана необходимость разработки автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) живучести объектов добычи газа. Предложено методическое обеспечение АСНИ. Получила развитие модель живучести системы добычи газа в условиях обводнения и предложен критерий выбора наилучшего средства обеспечения живучести. На следующем этапе создания АСНИ разработано информационное и программное обеспечение. На основе предложенного критерия проведена оценка эффективности научных исследований живучести объектов добычи газа с АСНИ и без нее. Результаты свидетельствуют об эффективности новой системы.

Таким образом, разработано методическое, информационное и программное обеспечение АСНИ, которое может быть использовано для оценки показателей живучести объектов добычи газа в условиях обводнения. АСНИ поможет повысить эффективность принятия управленческих решений по увеличению живучести объектов добычи газа за счет применения различных технологий борьбы с обводнением.

Программный комплекс для автоматического анализа отчетов по внутритрубной диагностике

*А.А. Костюшина
(ООО «Газпром трансгаз Самара»)*

ООО «Газпром трансгаз Самара» эксплуатирует газопроводы общей протяженностью 4449 км. С целью обеспечения надежного функционирования системы газоснабжения организовано техническое диагностирование объектов линейной части МГ, в том числе с использованием средств ВТД. По результатам ВТД выполняется оценка показателей технического состояния газопроводов, составляются программы обследования потенциально опасных участков в шурфах.

Организации, проводящие ВТД, реализуют свой подход к оформлению результатов обследования. Накопленный массив диагностической информации имеет неоднородную структуру. Это затрудняет автоматизацию анализа данных в процессе решения производственных задач и ведет к появлению вычислительных ошибок.

Целью работы является автоматизация процесса обработки диагностической информации с единым подходом для всех подрядчиков.

Предмет исследования – унификация процесса хранения результатов диагностики, автоматизация процессов получения статистической информации и формирования отчетной документации с использованием специализированных вычислительных алгоритмов.

Для достижения цели разработано и внедрено специализированное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процесс обработки диагностических данных, предоставленных различными подрядными организациями. Разработанное программное обеспечение экспортирует отчетные формы результатов ВТД в единый универсальный формат и содержит инструменты для последующего автоматического анализа диагностических данных.

Графический интерфейс для управления водогрейными котлами

*С.М. Кубисенов, Р.В. Назаркин
(Южный филиал ООО «Газпром энерго»)*

В настоящее время на энергообъектах Цеха эксплуатации и обслуживания котельных Службы теплоснабжения Южного филиала ООО «Газпром энерго» расположены системы релейной логики для управления технологическими процессами энергообъекта «Пусковая котельная», которая состоит из следующего энергооборудования: паровые котлоагрегаты БКЗ-75-39 – 7 шт., водогрейные котлы КВГМ-50-150 – 2 шт. Учитывая анализ работы оборудования, предлагается:

- осуществить каскадное регулирование котлов и разработать систему «горячий резерв»;
- произвести регулирование мощности котлов от температуры окружающей среды;
- провести цифровизацию управления автоматике котлов и применить частотное регулирование в управлении сетевых насосов.

Осуществление вышеуказанных действий позволит достичь следующих преимуществ:

- повышение точности регулирования котлов;
- создание собственной системы проверки автоматике контроля герметичности газовых клапанов;
- переход от релейной логики АПС и ПАЗ к ПЛК;
- система полностью российского производства;
- снижение энергозатрат на насосах сетевой установки.

Результатом является создание графического интерфейса для управления водогрейными котлами, который позволяет в режиме реального времени визуализировать данные в масштабах контролируемого процесса в трендах и отчетах. На основе трендов оператор может с наибольшей достоверностью анализировать динамику контролируемого процесса и выявлять причины отклонений в технологическом процессе.

Внедрение автоматизированной системы управления водоочистных сооружений в условиях импортозамещения

*М.Д. Мартынов, С.М. Кубисенов
(Южный филиал ООО «Газпром энерго»)*

В настоящее время на энергообъекте Цеха по эксплуатации и обслуживанию канализационных сетей и очистных сооружений Службы водоснабжения и канализации Южного филиала ООО «Газпром энерго» расположены системы мониторинга технологических процессов в реальном времени объекта в операторной насосной станции I подъема № 2 Водоочистных сооружений № 2.

Учитывая анализ работы энергооборудования, выявлены следующие актуальные проблемы:

- импортное оборудование;
- наличие человеческого фактора в установлении режимов работы оборудования;
- отсутствие возможности развития системы;
- отсутствие оперативного отключения оборудования при появлении опасного фактора.

Построение системы необходимо для того, чтобы исключить перечисленные проблемы в технологическом процессе.

При разработке системы используется оборудование российской фирмы OWEN. Программирование оборудования OWEN осуществляется в профессиональной распространенной среде CODESYS.

Результатом является автоматизированная система на базе контроллеров OWEN способная самостоятельно вывести из работы оборудование при появлении опасного фактора.

Разработка человеко-машинных интерфейсов для контроля технологического оборудования силами эксплуатирующей организации

*М.А. Марьясов
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»)*

В процессе эксплуатации промышленного оборудования важную роль играют способы взаимодействия между оператором и оборудованием – человеко-машинный интерфейс (ЧМИ). В последние десятилетия технический прогресс дошел до того, чтобы отказаться от физических пультов управления в пользу систем на базе персональных компьютеров, где вся индикация и управление сводится к отображению данных в интерфейсе SCADA-системы. Такие системы дешевле в разработке и монтаже, являются гибкими и настраиваемыми. Однако зачастую ЧМИ, реализованные с помощью SCADA, разрабатываются максимально экономно и в сжатые сроки, из-за чего конфигурация SCADA-систем часто оказывается недостаточно эффективной.

В рамках представленной работы был испробован на практике подход к разработке человеко-машинных интерфейсов силами эксплуатирующей организации на основе накопленного опыта эксплуатации оборудования компрессорных цехов. Были доработаны существующие интерфейсы SCADA-систем и разработаны новые, оптимизированные непосредственно под технологическую ситуацию конкретного технологического процесса.

Реализованный подход к созданию человеко-машинных интерфейсов силами эксплуатирующей организации на основе опыта эксплуатации положительно повлиял на эффективность оперативного управления. Наблюдается сокращение времени реакции для принятия решения об изменении режима и уменьшение вероятности ошибочных действий. Рассмотренный принцип индивидуальной оптимизации ЧМИ позволяет его использовать на других технологических объектах.

Исследование контроллеров жизнеобеспечения оборудования первичной сети связи МГ «Сила Сибири» для организации мониторинга параметров микроклимата в блок-боксах

Е.В. Матвиевский
(ОАО «Газпром трансгаз Томск»)

Для мониторинга сети связи ООО «Газпром трансгаз Томск» широко применяются системы мониторинга, использующие стандартный интернет-протокол SNMP, одной из таких систем является свободная система мониторинга Zabbix. В свою очередь при вводе в эксплуатацию объектов магистрального газопровода «Сила Сибири» в блок-боксах связи для контроля микроклимата были использованы контроллеры жизнеобеспечения Zelleo компании Schneider electric, использующие промышленный протокол Modbus TCP и не имеющие возможность передачи данных с помощью протокола SNMP по средствам интерфейса Ethernet.

Для интеграции собираемых данных контроллерами Zelleo в систему мониторинга Zabbix необходимо осуществить преобразование данных протокола Modbus TCP, интерпретировать полученные данные и внедрить в рабочие сценарии системы мониторинга Zabbix.

Модернизация управления импортными электроприводами

*Р.В. Назаркин, С.М. Кубисенов
(Южный филиал ООО «Газпром энерго»)*

В настоящее время на энергообъекте «Котельная Расширение» Цеха эксплуатации и обслуживания котельных Службы теплоснабжения Южного филиала ООО «Газпром энерго» установлены электроприводы исключительно импортного производства, общее количество которых составляет 24 штуки. Аналогов российского производства не существует. Имеется множество схожих моделей, но для их внедрения требуются изменения механической части регулирования, а также внесение дополнительных каналов управления регулированием, что на объекте «Котельная Расширения» невозможно реализовать в виду наличия закрытых программных проектов завода-производителя. Учитывая анализ работы данных электроприводов, выявлены следующие актуальные проблемы.

Частый выход из строя силовых и функциональных плат по причине воздействия высоких температур в котельной и повышенного содержания серы в окружающей среде;

- электронная часть управления находится внутри привода;
- сложная ремонтпригодность;
- электроприводы импортного производства.

Для управления импортными электроприводами предлагается удалить всю электронику из внутренней части электропривода, оставить только мотор и при наличии датчик положения, далее в шкафу управления котлом организовать связь между программируемым реле и системой управления приводом.

Результатом является система управления электроприводами, которая позволит автоматически управлять ими, вести индикацию текущего положения задвижки, а также имеет функцию сохранения информации о положении задвижки при обесточивании и регистрации положения задвижки.

Разработка прототипа программного комплекса для оптоволоконных температурных сенсоров DTS

*С.Н. Понасенко (Новосибирский государственный университет),
П.А. Дергач (Новосибирский государственный университет,
Институт нефтегазовой геологии и геофизики)*

Современным подходом в скважинной термометрии является использование распределенных волоконно-оптических систем. С помощью данной технологии решается ряд задач, таких как: контроль технического состояния скважин, распределенное профилирование притока, контроль миграции газа в хранилищах CO₂, мониторинг трубопроводов и др. Особенностью использования температурных оптоволоконных систем DTS является возможность вести детальные непрерывные температурные измерения вдоль ствола скважины.

В данной работе приведены предварительные результаты разработки прототипа программного комплекса для мониторинга и интерпретации скважинных данных оптоволоконных систем термометрии (DTS). В программный комплекс входит:

- 1) модуль чтения и передачи данных в БД;
- 2) модуль анализа данных;
- 3) модуль визуализации данных.

Модуль чтения общается с оптоволоконным прибором по SSH-протоколу и считывает данные общепринятого формата Iasio. Данные непрерывно поступают на сервер, где проходят через алгоритмы обработки. На сервере данные хранятся в реляционной базе данных PostgreSQL. Визуализация данных происходит в web-сервисе, имеющем удобный интерфейс для анализа и интерпретации данных.

Организация контроля работы СУМП, АВОМД, преобразователей частоты вентиляторов охлаждения турбоблока и барьерного воздуха на АРМ ГПА КЦ № 2

В.Н. Чапа

(Георгиевское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»)

Безотказная работа ГПА связана не только с исправной работой двигателя, нагнетателя, регулятора перепада давления и других основных частей ГПА, но и вспомогательных систем, таких как АВОМД, ПЧ вентиляторов охлаждения ТБ и вентиляторов барьерного воздуха, СУМП. При отклонении параметров работы этих систем возможен останов ГПА и, как следствие, нарушение транспортировки газа. Низкая информативность по данным системам может повлиять на принятие решений сменным инженером в нестандартных ситуациях.

У данных второстепенных систем интеграция в САУ ГПА осуществлена по нескольким дискретным и аналоговым сигналам, но у них существует интерфейс RS-485 ModBus, позволяющий передавать все параметры.

Для того чтобы передача данных, связанная с ошибкой связи при отключении любого частотного преобразователя ВО не прерывалась, был изменен алгоритм их управления.

Для подключения контроллеров NGS СУМП необходимо подключиться к разъему ETHERNET 192.168.1.3 для контроллера питания Gravitas DSC1000 по адресу 192.168.1.254. На всех ГПА данные адреса одинаковы и подключены в одну сеть. Для возможности подключения в сеть всех шкафов СУМП необходимо использовать функцию NAT.

После внедрения данного предложения существенно увеличилась информативность смежных систем САУ ГПА, таких как АВОМД, частотных преобразователей ВБВ 1 и 2, ВО 1 и 2 с возможностью оперативно контролировать их на вкладках АРМ ГПА.

Исследование влияния фазового состояния воды на погрешность, воспроизводимую поверочным комплексом «КОНГ»

*С.А. Богомолов
(ООО «Газпром трансгаз Москва»)*

ГОСТ 20060-2021 и ГОСТ Р 53763-2009 «... Определение температуры точки росы по воде» ссылаются на ГОСТ 31370-2008, согласно которому точка росы воды – это температура при конкретном давлении, при которой начинается конденсация паров воды.

Принцип работы поверочного комплекса основан на циркуляции насыщенного пара между предварительно сконденсированной на охлаждаемом зеркале комплекса водой и чувствительным элементом поверяемого прибора, приводящей к выпадению росы на нем.

При воспроизведении температур от 0 градусов и выше различий между заданной температурой и точкой россы практически нет, так как на поверхностях эталона и поверяемого прибора фазовыми состояниями воды являются жидкость/пар.

А при воспроизведении отрицательных температур на охлаждаемом зеркале будет воспроизводиться точка инея, отличающаяся от точки росы тем больше, чем ниже температура зеркала. Данное явление обусловлено разностью работы выхода молекулы воды с поверхности жидкости и с поверхности льда, что приводит к разности давлений молекул воды над поверхностью льда и поверхностью жидкости.

Цель работы – рассчитать поправку для обеспечения достоверности результатов измерений при использовании эталонов со схожими принципами работы.

Оптимизация алгоритма работы компрессорных установок по подготовке технологического воздуха

*И.А. Селедчик
(ООО «Газпром добыча Уренгой»)*

В настоящее время на УКПГ УГПУ используются компрессорные установки по подготовке технологического воздуха. В состав компрессорной установки входят: компрессор, маслоуловители, буферная емкость, осушитель сжатого воздуха, ресивер. Очищенный от паров масла, твердых частиц и влаги технологический воздух с требуемыми техническими параметрами накапливается в ресиверах в пределах установленного диапазона давлений и поступает далее к потребителям.

Включение/отключение компрессора происходит по сигналу датчика, контролирующего давление на выходе компрессора, т.е. работа компрессора определяется расходом воздуха не по реальному потреблению из ресиверов, а по изменению давления в линии подготовки, на значение которого оказывает существенное влияние работа дренажных клапанов осушителя.

Целью данной работы является оптимизация алгоритма работы компрессорной установки по подготовке технологического воздуха, позволяющая обеспечить экономию энергоресурсов и продлить срок службы электронных компонентов и жизненный цикл компрессора в целом.

Методика и методы раннего выявления внутренних нарушителей требований информационной безопасности на объектах нефтегазоэнергетической отрасли

В.Е. Кокунцыков
(ООО «ЭТП ГПБ»)

Наиболее опасные угрозы информационной безопасности на объектах критической информационной инфраструктуры нефтегазоэнергетической отрасли, по статистике, исходят от персонала – внутренних нарушителей требований информационной безопасности. Причинами возникновения таких угроз может послужить личностный мотив: негативный климат в коллективе или неудовлетворенность от выполняемых должностных обязанностей некоторых работников, которые могут предпринять действия по передаче защищаемой информации лицам, заинтересованным в ее получении. Также имеет место человеческий фактор в том случае, когда человек неумышленно, по ошибке совершает действия, приводящие к компрометации защищаемой информации или к нарушению доступности автоматизированной информационной системы.

Актуальность исследования определяется, исходя из потребности решения проблемного вопроса в части предотвращения компрометации защищаемой информации внутренними нарушителями на объектах нефтегазоэнергетической отрасли путем разработки методики и методов раннего выявления внутреннего нарушителя требований информационной безопасности на объектах нефтегазоэнергетической отрасли.

Очки дополненной реальности ОДР-1 Метрика мониторинга систем улучшенного управления

А.А. Шишлов

(Астраханский ГПЗ – филиал ООО «Газпром переработка»)

Существующая проблема: задержка передачи данных работнику при выполнении опасных работ.

Решение проблемы: создание технологии моментальной передачи данных работнику путем информирования его на экране очков дополненной реальности ОДР-1.

Области применения:

- учебные центры;
- нефте- и газодобывающие предприятия;
- предприятия, осуществляющие переработку, перевалку, транспортировку нефти и нефтепродуктов трубопроводным, железнодорожным, автомобильным, речным и морским транспортом;
- предприятия, осуществляющие хранение и отпуск нефти и нефтепродуктов;
- предприятия топливно-энергетического комплекса;
- коммерческие организации соответствующего профиля.

Благодаря очкам дополненной реальности ОДР-1:

- сокращается время передачи данных работнику;
- повышается уровень безопасности работников ОППО;
- улучшаются условия труда на предприятиях.

О подходах к обеспечению информационной безопасности цифровых двойников

*Д.С. Лазорин, Д.И. Правиков
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Целью данной научной работы является рассмотрение существующих подходов к обеспечению информационной безопасности цифровых двойников и формулированию предложений по выбору средств противодействия различным угрозам, прежде всего угрозе искажения цифрового двойника.

Авторами были проанализированы отечественные решения, которые как раз и применяются на новых нефтегазовых месторождениях. Так, большинство компаний на данный момент использует продукты компании Infotecs, в том числе и нефтегазовый комплекс. Полнейшим ходом идет разработка новейших индустриальных криптомодулей. Однако до сих пор отсутствуют комплексные решения по информационной безопасности цифровых двойников на отечественном рынке, что подчеркивает актуальность научной работы, а также проблему, которую необходимо решать.

Цифровые двойники – это новое решение для технологических систем. Необходимо обеспечить комплексный подход к обеспечению информационной безопасности цифровых двойников. Стоит обратить особое внимание на концепцию многоуровневой платформы, так как она включает в себя реализацию комплексного подхода, состоящего из низкоуровневых способов защиты канала связи при помощи криптографических алгоритмов до высокоуровневых задач. Реализованный веб-сайт (<https://securedt.ru>) с полноценной и актуализирующейся информацией о научной работе, а также контактами для дальнейшего взаимодействия помогает получать обратную связь от лиц, заинтересованных в данном вопросе.

Разработка модели гидравлического расчета режимов трубопроводного транспорта газа с учетом компонентного состава

Е.В. Фомина

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Задачи теории гидравлических цепей, в основе которых лежит теория гидравлических цепей, в практике транспорта газа можно разделить на потоковые и на режимно-технологические. Потоковые задачи основаны на балансовых соотношениях, в то время как режимно-технологические модели помимо балансовых соотношений учитывают распределение параметров газового потока (давление, температура и т.д.).

Методика расчета трубопроводных систем совершенствовалась с течением времени и стала позволять уточнять и приближать модель к физической модели.

В работе представлены три варианта (модели) режимно-технологических задач трубопроводного транспорта газа. Первый вариант – модель, учитывающая потокораспределение и распределение давления в узлах газотранспортной системы. Вторым вариантом является модель, учитывающая помимо давления и расхода распределение температуры. Представленные модели довольно широко используются на практике и реализованы в некоторых программно-вычислительных комплексах.

Учет температуры точки росы является важным фактором при трубопроводном транспорте газа. Для контроля точки росы необходимо учитывать давление, температуру и компонентный состав транспортируемого газа.

В результате работы произведено сравнение и анализ результатов расчета каждой модели на примере фрагмента газотранспортной системы.

Симулятор промышленной радиографии как эффективный инструмент подготовки специалистов неразрушающего контроля

*Д.Ф. Казаков, В.С. Кувшинников, Е.Е. Ковшов
(АО «НИКИМТ-Атомстрой»)*

Неразрушающий контроль (НК) играет важную роль в современном энергетическом комплексе. В настоящий момент технологии НК активно модернизируются и обновляются в рамках концепции NDT 4.0. Совершенствование технического оснащения специалистов не может происходить отдельно от усовершенствований в программах их подготовки и переподготовки. Одной из основных задач при разработке симулятора промышленной радиографии была задача создания современного программно-аппаратного комплекса на основе технологий виртуальной реальности для осуществления эффективной подготовки специалистов различных отраслей экономики страны по радиационному методу НК. Симулятор промышленной радиографии призван, с одной стороны, выработать у обучающихся «привычку» безопасного поведения при обращении с оборудованием, с другой – обеспечить визуально и двигательно приближенный опыт практики НК в ходе его этапов, а именно: подготовки объекта контроля, выбора и размещения маркеров и индикаторов, установки и ориентации радиографического аппарата с помощью кронштейна и др. Благодаря использованию физически достоверных математических моделей при создании цифровых двойников источника излучения, объектов контроля и чувствительного элемента, симулятор позволяет наблюдать влияние всех определенных специалистом условий и установленных параметров экспонирования на качество полученного радиографического изображения, а также оценить его соответствие требованиям технической документации посредством применения специального оборудования – негатоскопов и денситометров.

Моделирование неоднородных геологических пород с применением теории перколяции

*Р.И. Нежников
(ООО «Газпром информ» в г. Астрахань)*

Теория перколяции (протекания) – теория, описывающая возникновение бесконечных связанных структур (кластеров), состоящих из отдельных элементов.

Структуры трещин и разломов в макроскопически неоднородных породах могут быть аналогичны перколяционным сетям. В этом случае обширные знания о перколяционных сетях могут быть использованы для моделирования сетей трещин. Это, в свою очередь, облегчило бы моделирование потоков в трещиноватых породах, что является важной, но нерешенной проблемой. В 1992 г. Питером Грассбергером был предложен алгоритм для нахождения перколяционных остовов для квадратных решеток с открытыми граничными условиями.

С целью повышения скорости и точности обработки перколяционных остовов предлагается распараллелить алгоритм Грассбергера и разработать программу с реализацией обработки перколяционного кластера, повернутого на 180 градусов, а также ее зеркальной проекции.

Данная идея позволит повысить гибкость моделирования систем трещин в неоднородных породах, более эффективно определять остов в перколяционном кластере, а также значительно повысит скорость обработки входных данных.

В данной работе предложена реализация алгоритма Грассбергера на языке C++.

Способы трансформации данных в системе 1С для массового изменения существующих данных с целью оптимизации рабочего времени

*Д.С. Банбизина
(ООО «Газпром информ» в г. Томск)*

Создание на базе панелей (сенсорных мониторов) интерактивной технологической схемы общей сети газопроводов ЛПУМГ, отображение положения запорной арматуры и направление потока газа. На всех газопроводах возможно моделирование переключения газовых потоков с последующим применением на практике. Возможно, в случае необходимости, совмещение с системами телемеханики, что позволит в режиме реального времени отображать положение запорной арматуры, давления до/после крана, температуры газа.

Составленная схема особенно актуальна на многониточном газопроводе с большим количеством перемычек, лупингов, ЛПУМГов с разветвленной сетью МГ. Схема детализируется до уровня отдельных ГРС, ГИС, КС, рассчитывает направление газа, содержит справочную информацию о кранах, трубах, их местоположении, диаметре и прочие данные.

По сути, цифровая схема может применяться не только как справочник, так как может содержать (подгружать) всю необходимую информацию об объекте, но и как имитатор возможных производственных ситуаций и событий.

Современные технологии в газовой отрасли. Искусственный интеллект и 3D печать

*А.А. Алёнин, В.И. Коновалов
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)*

Техническая учеба – основополагающая часть непрерывного повышения уровня профессиональных знаний и навыков работников без отрыва от производства с целью освоения новых технических средств и прогрессивных технологий. В своем развитии техническая учеба прошла множество методологических этапов развития. А что дальше? В современном мире бурно развивается 3D печать. Если коротко, 3D-печать – это методика изготовления объемных изделий в основе которой лежит технология послойного наращивания объектов.

В рамках данной работы методом 3D печати изготовлен макет газо-перекачивающего агрегата (ГПА) ГТК 10-4 как самого распространенного типа ГПА в ПАО «Газпром» с первым в нашей стране полнонапорным центробежным нагнетателем типа Н-235-21-1, используемым для нужд транспортировки газа. Также в вышеуказанном макете реализован цифровой двойник ГПА ст. № 21 Сосногорского ЛПУМГ, реализованный при помощи искусственного интеллекта.

Универсальный тестер электрических цепей

В.В. Варзинов
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

Основной задачей всех подразделений Урдомского ЛПУМГ является обеспечение надежной и безаварийной работы эксплуатируемого оборудования, а в случае выхода его из строя – быстрый поиск и устранение неисправности.

Для решения проблем оперативного и качественного поиска и устранения неисправностей электрооборудования был изготовлен универсальный тестер электрических цепей, состоящий из приемника и генератора.

Приемник позволяет:

- контролировать наличие электрического напряжения на встроенных светодиоде и вольтметре;
- контролировать наличие «минуса» (низкого сопротивления) на встроенных светодиоде и звуковом динамике;
- фиксировать низковольтные импульсы;
- подавать при необходимости регулируемое от 4 до 30 В напряжение постоянного тока за счет встроенного аккумулятора и повышающего преобразователя напряжения;
- подачу «минусового» контакта;
- проверять целостность кабеля UTP и FTP с разъемами RJ-45;
- при подключении на вход различных электрических кабельных линий входящего в комплект тестера генератора приемник можно использовать как трассоискатель (кабелеискатель).

Использование прибора в работе сокращает время поиска и устранения неисправностей.

Автоматизированная система поиска и мониторинга зон возникновения вибрации технологических трубопроводов компрессорных станций

В.М. Харченко
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

Опыт эксплуатации объектов показал наличие случаев возникновения недопустимой низкочастотной вибрации технологических трубопроводов (ТТ) при различных схемах загрузки оборудования и в широком диапазоне рабочих газодинамических параметрах транспортируемого газа. При этом работа ТТ с повышенными уровнями вибрации в длительный период времени влечет за собой снижение уровня эксплуатационной надежности и технической целостности, повышается риск возникновения и развития дефектов металла, выхода из строя датчиков, навесного оборудования, снижение жесткости опорных конструкций.

В результате проведенной работы была создана автоматизированная система, которая позволяет оперативно в режиме реального времени проводить мониторинг и анализ массива данных и объема информации по работе всего оборудования компрессорных станций, проводить оценку риска возникновения повышенной низкочастотной вибрации на участках ТТ компрессорных станций и выдавать соответствующее опережающее оповещение оперативному персоналу с визуализацией локальной зоны ТТ, где существует риск роста вибрации выше предупредительных и недопустимых значений, в том числе формировать и выводить оперативному персоналу оптимальные рекомендации по устранению повышенной вибрации с учетом текущего режима работы оборудования. Тем самым исключается работа ТТ с уровнем вибрации выше предупредительных и недопустимых значений и обеспечивается надежная эксплуатация ТТ с минимальным риском возникновения аварийной ситуации.

СЕКЦИЯ № 7
«ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В НЕФТЯНОЙ
И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Идентификация высших гармоник

Е.А. Булычева
(ООО «Газпром недра»)

Обеспечение требуемого уровня качества электроэнергии является сложной проблемой современной электроэнергетики в связи с ростом числа нелинейных потребителей, что приводит к искажению формы кривой напряжения и, соответственно, негативно отражается на параметрах режима и сроке службы сетевого электрооборудования и потребителей электрической энергии. Управление качеством электроэнергии подразумевает в том числе возможность корректного определения виновников его ухудшения и количественной оценки их негативного влияния. Решение этой задачи демонстрируется на примере показателей несинусоидальности напряжения (высших гармоник) при разработке методики определения фактического вклада потребителей в общий уровень несинусоидальности напряжения сети. Точность оценки фактического вклада зависит от достоверного определения частотной характеристики (ЧХ) сопротивления сети, которая в свою очередь определяется множеством случайных факторов. В работе предложен метод экспериментального определения ЧХ, основанный на введении в сеть троичной импульсной последовательности (ТИП). Достоинством метода является отсутствие ограничений на частотный диапазон измерений и возможность определения ЧХ с произвольным видом нагрузки. С целью практического применения предложенного метода разработан генератор ТИП, который реализован на базе однофазного инвертора напряжения с программируемой системой управления. Оценка величины негативного воздействия потребителей на показатели качества электроэнергии является одной из важных составляющих системы непрерывного мониторинга качества электроэнергии и может быть реализована с учетом исследований, представленных в данной работе.

Обоснование внедрения термоакустического редуктора в узел редуцирования газораспределительной станции с целью повышения энергоэффективности системы газораспределения

А.С. Дмитриева

(Северо-Западное управление – филиал ООО «Газпром газнадзор»)

Исследование направлено на повышение энергоэффективности процесса редуцирования природного газа путем использования резонансного подогревателя газа для поддержания заданной температуры на выходе из газораспределительной станции и предупреждения возможного гидратообразования и обледенения оборудования станции.

Рассматривается осуществление безогневого подогрева природного газа и экономии топливного газа подогревателей за счет внедрения в схему узла редуцирования термоакустического редуктора, работающего на основе резонансного эффекта Гартмана – Шпренгера.

На основе анализа существующих методов разделения энергии и численного моделирования приводится обоснование эффективности устройства разделения энергии резонансного типа.

По результатам теоретического анализа способов и устройств, утилизирующих энергию газа, и численного моделирования разработана схема устройства бесподогревного редуцирования природного газа.

Модификация блока редуцирования путем внедрения в него энерго-разделяющих устройств позволит проводить общий или частичный подогрев природного газа за счет собственной энергии давления. Разрабатываемая технология позволит частично (в перспективе полностью) заменить выработку тепловой энергии на газораспределительной станции за счет сжигания природного газа, что приносит положительные эколого-экономические эффекты.

Способы промышленной регенерации силикагеля для очистки/осушки природного газа

А.М. Ситникова

(Заволжское управление – филиал ООО «Газпром газнадзор»)

Необходимость очистки и осушки природного газа вызвана наличием в нем примесей и водяных паров. Одним из методов очистки и осушки природного газа является адсорбционный, состоящий в применении адсорбентов: цеолита и силикагеля. Адсорбенты нуждаются в регенерации с целью их повторного использования, продления срока службы и т.д. Силикагель обладает рядом преимуществ по сравнению с цеолитом, поэтому настоящая статья содержит обзор способов регенерации силикагеля. Отработанный силикагель занимает площади для его хранения и оказывает воздействие на окружающую среду. Отработанный силикагель – крупнотоннажный отход, содержащий около 5–8 % по массе углеродистых отложений. При наземном складировании отходы образуют пыль, под действием осадков – загрязненные водные стоки. Возможно использование отработанного силикагеля, но только после обеззараживания. Рассмотрен процесс регенерации отработанного силикагеля и его промышленные варианты, а именно: регенерация при нагревании; регенерация путем пропускания через осушитель горячего воздуха или азота; регенерация путем пропускания горячего воздуха и газа; вакуумирование при нагревании. Проведен обзор применяемого оборудования для регенерации силикагеля, такого как Шкаф сушильный СНОЛ, Установка АД-220; БРПС – блок регенерации и подготовки сорбента токами высокой частоты; Шкаф ШСЦ-15 для предварительной сушки; Шкаф для сушки силикагеля СМ 50/250-800 ШС-С и ряд других. Регенерация отработанного силикагеля затруднена в ряде случаев несовершенством технологии, недостатком ресурсов, энергоемкостью процесса. Для принятия решения о необходимости проведения регенерации силикагеля выбора или разработки технологии его регенерации необходимы дальнейшие исследования. На выбор может повлиять количество образующегося силикагеля, нуждающегося в регенерации, срок службы, специфика загрязнений, стоимость утилизации, возможность регенерации, затраты на регенерацию, экономический, экологический и энергосберегающий эффекты.

Системный анализ методов повышения энергоэффективности процесса захолаживания резервуаров СПГ

Я.Э. Родькин

(«Северо-Запад» – филиал ООО «Газпром инвест»)

В условиях быстро меняющейся конъюнктуры рынка в настоящее время происходит переориентация энергетической отрасли в сторону сжиженного природного газа (СПГ). Становление СПГ как основного стабилизатора мирового энергобаланса позволяет высоко оценивать перспективы данного рынка. Производство СПГ по всему миру приобретает лавинообразный характер – растет количество мало- и крупнотоннажных установок ожижения, заключаются долгосрочные соглашения на поставки. Согласно прогнозам, к 2035 г. более 40 % энергии будет обеспечиваться за счет СПГ при постоянном росте производства на уровне более 4 % в год.

В связи с этим изучение и детализирование явлений, протекающих при выполнении логистических операций, становятся приоритетными направлениями развития данной индустрии.

Перед загрузкой СПГ в резервуары для транспортировки требуется провести захолаживание конструкции и трубопроводной обвязки во избежание возникновения дополнительных низкотемпературных напряжений в корпусных конструкциях резервуара. Данный процесс осуществляется путем подачи части СПГ на специальные системы охлаждения и дальнейшее его распыление внутри емкости. Капли СПГ в контакте с более теплыми элементами конструкции испаряются, тем самым отводя энергию от стенок танка.

В результате работы был сделан вывод о зависимости количества СПГ, необходимого для охлаждения резервуаров, от геометрических параметров емкости и от внешних условий.

Оптимизация распределения объемов газового сырья на установках очистки природного газа Оренбургского ГПЗ

Д.Р. Ларина
(ООО «Газпром переработка»)

На объекты переработки ООО «Газпром переработка» в Оренбургской области газовое сырье поступает с месторождений Оренбургской области и Карачаганского месторождения (КНГКМ). Сырье КНГКМ отличается от проектного, характеризуется высоким содержанием кислых компонентов (H_2S , CO_2 и пр.). В целях формирования долгосрочной программы развития ПАО «Газпром» ежегодно обновляются материальные балансы до 2050 г., при этом пользователи используют эвристические правила (не являющиеся гарантированно точными или оптимальными, но достаточными для решения поставленной задачи) для распределения смешанного газа по очередям, а подбор коэффициентов распределения газа производится вручную.

Целью работы является автоматизация поиска оптимальных коэффициентов распределения газа, поступающего на 1–3 очереди установок очистки и осушки газа Оренбургского ГПЗ. Для достижения заданной цели проведен анализ, обобщение и структуризация эвристических правил, формулирование их в математическом виде в качестве граничных условий, формулирование критерия оптимизации и целевой функции. Дополнительно рассчитан укрупненный экономический эффект по данным норм удельных затрат энергоресурсов на переработку газа 1–3 очередей.

По результатам проведенной исследовательской работы предложена математическая модель, которая может быть использована в моделях долгосрочного планирования, а сформулированные граничные условия интегрированы в программные обеспечения оптимизационного планирования.

Модернизация установки воздушного охлаждения сжатого газа

В.А. Казаков

(Сергиевское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Самара»)

Неотъемлемым и одним из важнейших элементов любой газотранспортной системы является установка воздушного охлаждения сжатого газа. В Обществе используются несколько типов установок охлаждения газа, за время эксплуатации которых было предпринято достаточное количество попыток их доработки, такие как установка более энергоэффективных электродвигателей или же замена заводских лопастей на облегченные композитные.

В Сергиевском ЛПУМГ также провели анализ и установили еще один момент. В настоящее время на АВО газа типа «2АВГ-75» имеются неэффективно обдуваемые области центральной части стандартной секции, в результате чего над центральной частью вентилятора находится «застойная зона», где практически отсутствует направленный поток воздуха.

В рамках работы, с целью улучшения теплообмена плиты была разработана модернизация аппарата воздушного охлаждения газа с помощью установки выпрямителя потока воздуха (или же завихрителя). Благодаря этому будет происходить равномерное распределение потока воздуха по секции, а за счет этого – более эффективное охлаждение природного газа.

Таким образом, после установки завихрителя повысилось качество аэродинамического воздействия потока воздуха от вентилятора на плиту, тем самым уменьшилась «застойная зона» над осью вентилятора и увеличился теплообмен секции. Экономический эффект заключается в уменьшении количества работающих вентиляторов при сохранении требуемой температуры на выходе АВО газа.

Управление потерями в электрических сетях с помощью регулируемых конденсаторных установок КРМ (АУКРМ)-0,4 кВ

А.С. Кравцов

(Управление аварийно-восстановительных работ – филиал «Газпром добыча Краснодар»)

Снижение потерь электроэнергии и повышение ее качества – это главные проблемы в современной энергетике. Для их решения при эксплуатации электрических сетей для определения баланса активной и реактивной мощностей в местах распределения энергии на расчетный период определяется дефицит реактивной мощности. На основании расчетных данных в схеме решаются вопросы достаточного количества устройств компенсации реактивной мощности, а также места их размещения. Приоритетным считается установка компенсирующих устройств непосредственно у потребителя, так как это в целом оказывает влияние на потери электроэнергии в сети и на ее качество у потребителя.

Конденсаторная установка КРМ (АУКРМ)-0,4 с автоматическим пошаговым (ступенчатым) регулированием реактивной мощности предназначена для автоматического и ручного регулирования коэффициента мощности нагрузки ($\cos\varphi$), с широким диапазоном изменения потребления реактивной мощности в распределительных сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением от 230 до 690 В. В условиях промышленных предприятий конденсаторная установка находит применение при резкой переменной нагрузке на линиях, питающих мощные сварочные установки, для питания электродвигателей, в целях регулирования и улучшения потока распределения в параллельных линиях электропередачи с различными соотношениями индуктивных и активных сопротивлений.

Эффект от введения конденсаторной установки для действующих объектов заключается:

- в снижении общих расходов на электроэнергию;
- уменьшении нагрузки элементов распределительных сетей, тем самым продлевая их срок службы;
- снижении тепловых потерь тока и расхода на электроэнергию;
- снижении несимметрии фаз.

Приспособление для герметизации стояка отбора газа при ремонте нижнего шарового крана

*А.В. Петренко
(ООО «Газпром трансгаз Волгоград»)*

В процессе эксплуатации шаровых кранов DN50, установленных в обвязке стояков отбора импульсного газа, под воздействием примесей, содержащихся в транспортируемом газе, а также из-за перепадов температуры и давления ухудшаются физико-механические свойства уплотнений: элементов затвора, разъема корпуса крана и шпindelной зоны, что в последствии приводит к возникновению утечек газа в атмосферу.

Мероприятия по восстановлению герметичности данных шаровых кранов являются затратными и трудоемкими.

Для проведения восстановительного ремонта без стравливания газа используется приспособление для герметизации стояка отбора газа при ремонте нижнего шарового крана.

Использование приспособления позволяет произвести эффективную замену дефектных деталей крана (кроме корпуса крана) при наличии рабочего давления на действующем газопроводе.

При проектировании приспособления была применена оригинальная конструкция уплотнения штанги и системы обеспечения безопасного проведения работ.

В настоящее время на объектах ООО «Газпром трансгаз Волгоград» в обвязке нижних шаровых кранов DN50, стояков отбора импульсного газа эксплуатируется более 1500 ед. шаровых кранов, являющихся потенциальными объектами ремонта.

За 2021 и 2022 гг. с использованием приспособления в филиалах ООО «Газпром трансгаз Волгоград» проведено 11 восстановительных ремонтов с экономией газа более 3 500 000 м³.

Наилучшие доступные технологии при добыче газа на объектах УГПУ филиала ООО «Газпром добыча Уренгой». Проблемы и перспективы

А.И. Язданов

(Уренгойское ГПУ – филиал ООО «Газпром добыча Уренгой»)

В Российской Федерации разработаны, утверждены и официально выпущены информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (НДТ).

Проведение детальной оценки технологий, применяемых на производственных объектах филиала УГПУ, на соответствие технологическим показателям наилучших доступных технологий информационно-технического справочника 29-2017 «Добыча газа» необходимо, прежде всего, для получения Комплексных экологических разрешений (КЭР).

Основное отличие КЭР от устоявшейся системы экологического нормирования заключается в нормировании на основе соответствия деятельности предприятия показателям НДТ, которые отражены в справочниках по НДТ.

Соответствие (или несоответствие) применяемой НДТ справочнику ИТС 29-2017 «Добыча природного газа» характеризуется показателями удельных выбросов, которые определяются как отношение массы выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ в килограммах к массе произведенной продукции при использовании данных НДТ в тоннах нефтяного эквивалента (т н.э.). (1000 м³ газа природного – это 0,8 т н.э.). Таким образом, понятно, что чем больше добывается, тем ближе к обозначенным в ИТС показателям удельных нормативных выбросов с учетом неизменности массы выбросов.

Экспериментальное исследование возможности снижения выбросов NO_x и уменьшения расхода топлива дизельного двигателя

*П.А. Атакишиев, К.А. Горшков
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Представлены результаты экспериментальных исследований свойств топливо-водяной смеси, обработанной ультразвуком и волнами СВЧ для оценки возможности ее применения в качестве топлива дизельного двигателя с целью снижения выбросов оксидов азота NO_x в атмосферу и уменьшения расхода топлива.

Автомобили, строительная техника, вездеходы, большинство судов, тепловозы, передвижные и стационарные электростанции, эксплуатирующиеся на объектах нефтегазовых предприятий, оборудованы дизельными двигателями.

На ближайшие десятилетия альтернативы технике, эксплуатируемой сегодня на этих предприятиях и оборудованной дизельными двигателями, нет. Дизельный двигатель признан наиболее опасным по воздействию на человека и окружающую среду.

Проведенные на первом этапе выполнения работы экспериментальные исследования эффективности применения топливо-водяной смеси, обработанной ультразвуком и волнами СВЧ, показали возможность снижения выбросов оксидов азота NO_x на 50 % и снижение расхода топлива на 10 %. С целью оценки возможности применения топливо-водяной смеси в реальных условиях проведено исследование и сравнение ее свойств со свойствами дизельного топлива и изучена, с использованием микроскопа, структура смеси для дальнейшего анализа термодинамических процессов в камере сгорания двигателя.

Снижение риска техногенных событий и воздействия на окружающую среду при проведении административно-производственного контроля на опасных производственных объектах с использованием планшетных компьютеров

*О.В. Филатова, И.А. Голубкин
(ООО «Газпром добыча Астрахань»)*

Административно-производственный контроль (АПК) за состоянием производственной безопасности является одним из элементов Единой системы управления производственной безопасностью.

Целью проведения АПК является обеспечение производственной безопасности технологических объектов, снижение риска возникновения техногенных событий (аварии, инциденты, неконтролируемые выбросы) и негативного воздействия на окружающую среду. Для оптимизации проведения процедуры АПК, оперативного принятия мер по устранению выявляемых нарушений, доступности информации на различных уровнях и недопущения развития опасных ситуаций разработана Информационная система «Административно-производственный контроль» (далее – ИС АПК).

Одной из задач ИС АПК является разработка мер, направленных на улучшение состояния производственной безопасности и предотвращение ущерба окружающей среде.

ИС АПК зарегистрирована в Роспатенте, получено свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2021617074 от 06.05.2021. В настоящее время система полностью разработана, успешно завершена опытно-промышленная эксплуатация. С 01.07.2021 началась промышленная эксплуатация.

Совместная работа инсинератора и двигателя Стирлинга

Д.С. Волков

(Газпром ВНИИГАЗ Тюмень – филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Автором предлагается рассмотреть технологию производства электрической энергии с применением комбинированной установки двигателя Стирлинга и инсинератора. Выработанную электроэнергию возможно использовать для частичного или полного покрытия собственных нужд месторождения. По результатам проведенных расчетов технологических параметров работы комплексной установки подтверждена эффективность ее применения.

Комплексные системы снижения пыления твердой серы на блоках транспортировки, хранения, погрузки твердой серы на технологических установках производства № 6

*К.А. Куличенков, Р.Р. Муртазаев, Н.Д. Просянкин
(Астраханский ГПЗ – филиал ООО «Газпром переработка»)*

1. Цель предложения, место его использования.

Снижение пылеобразования на блоках транспортировки, хранения, погрузки твердой серы на технологических установках. Снижение негативного воздействия на прилегающие земельные участки.

2. Описание недостатков существующей конструкции, технологии, состава материала, устраняемых предложением.

При транспортировке, хранении и отгрузке твердой серы образуются зоны пылеобразования. В связи с высокой ветровой нагрузкой частицы серной пыли распространяются по большой площади и несут риски негативного воздействия на прилегающие земельные участки и территории. Также из-за физико-химических свойств серной пыли в местах ее образования велика вероятность возникновения мелких очагов тления на металлоконструкциях и оборудовании.

3. Описание задачи и сути предлагаемого решения в объеме, достаточном для практического использования предложения.

Предлагаем установить комплексные системы пылеподавления и пылезащиты, состоящие:

- из стационарных установок пылеподавления для установки сухой грануляции серы;
- передвижных установок пылеподавления (туманные пушки) на складах комовой серы;
- ветропылезащитных экранов по периметру складов комовой и сухой гранулированной серы.

Пути совершенствования переработки серы пониженной сортности, образующейся при транспортировке, хранении, погрузке твердой серы на технологических объектах производства № 6

*Р.М. Утебалиев, Р.Р. Муртазаев, Н.Д. Просянкин, О.И. Валеев
(Астраханский ГПЗ – филиал ООО «Газпром переработка»)*

1. Цель предложения, место его использования.

Обеспечение возврата в технологическую цепочку серы пониженной сортности, образующейся при транспортировке, хранении и погрузке твердой серы. Данное решение имеет экологический аспект, снимает вопрос поиска потенциальных покупателей низколиквидной серы и имеет эффект внедрения нового технологического оборудования.

2. Описание недостатков существующей конструкции, технологии, состава материала, устраняемых предложением.

При транспортировке, хранении и отгрузке твердой серы образуется сера пониженной сортности, включающая в себя всевозможные механические примеси. На сегодняшний день имеется острая необходимость в переработке серы пониженной сортности и возврате продукта. Исходя из этого, единственно возможное решение – это ее переработка путем плавления, очистки и возврата.

3. Описание задачи и сути предлагаемого решения в объеме, достаточном для практического использования предложения.

Предлагаем оборудовать на территории установку плавления серы. На сегодняшний день имеются три варианта:

- установка плавления серы MODEX компании «Энерсал» (Канада).
- установка плавления серы компании «Металлургсервис» (Россия).
- установка плавления серы с блоком размельчения и фильтрации (Астраханский ГПЗ, Россия).

Способ термобарической обработки отходов

М.Ю. Лёхин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

Объемы утилизации отходов являются не только показателем бережного отношения к окружающей среде, но и фактором экономического роста как предприятий, так и Российской Федерации в целом.

Основываясь на вышеизложенном, в рамках выполненной работы разработан, апробирован и запатентован «Способ термического обеззараживания активного ила, используемого для биологической очистки сточных вод», патент на изобретение № RU 2775962 С1. В соответствии с запатентованным способом отходы подвергаются обработке паром внутри передвижной герметичной емкости за счет подачи пара под избыточным давлением по меньшей мере 1,5 атм и при температуре по меньшей мере 70 °С.

Результатом работы запатентованного изобретения являются:

- обработанные отходы, которые могут быть использованы как вторичные ресурсы;
- обеззараживание и дегельминтизация отходов;
- обезвреживание отходов.

Основным преимуществом по отношению к аналогичному оборудованию являются простота конструкции, обслуживания и эксплуатации, а также универсальность и комбинирование нескольких видов деятельности по обращению с отходами в одном способе.

Улавливание и концентрирование углекислого газа с последующей регенерацией

*Д.А. Иванов, А.В. Миронов
(АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»)*

В промышленности давно применяется процесс абсорбции для извлечения, например, CO_2 из газовой смеси. В промышленных масштабах это требует высоких температур, большого давления, сложных химических процессов и пр., совершенно неприемлемых для очистки воздуха в бытовых и служебных помещениях. Вместе с тем, существует метод сорбции-десорбции CO_2 , который возможно применить в создании устройства, эффективного и безопасного в эксплуатации в повседневных условиях. Этот метод применен в нашем устройстве. Регенерируемый абсорбер CO_2 может обеспечить: эффективное поглощение избытка CO_2 и обладающий способностью восстанавливать сорбент. Абсорбер разработан на основе современных модификаций активированных углей, импрегнированных аминами, целью функционирования которого является снижение концентрации CO_2 в помещении в случае превышения допустимой концентрации с последующим восстановлением сорбента (температура регенерации примерно $800\text{ }^\circ\text{C}$). На данный момент нефтедобывающие Общества ведут поиск, разработку и внедрение более совершенных технологий, направленных на достижение максимальной и эффективной выработки запасов. В рамках программы декарбонизации особый интерес в настоящее время представляют технологии улавливания и утилизации CO_2 . Данное устройство масштабируется, в том числе блок сорбции-десорбции, и устройство как нельзя лучше подходит для улавливания и концентрирования CO_2 .

Разработка модели горелочного устройства для парокислородной конверсии природного газа

*Д.Д. Голдобин, А.А. Борисов, А.М. Михайлов, С.Н. Петин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ», НИУ «МЭИ»)*

Развитие водородной энергетики закреплено в отечественных государственных документах, в которых ставятся не только задачи по развитию технологий, но и их промышленная отработка. С учетом того, что РФ обладает крупными запасами углеводородов на собственной территории, целесообразно развивать технологии производства водорода конверсионными способами из природного газа. Перспективным способом является комбинирование паровой конверсии и парциального окисления в одном реакторе и проведение парокислородной конверсии.

В связи с высокой зависимостью от зарубежных поставщиков оборудования и лицензиаров, которые ушли с отечественного рынка, требуется разработка отечественного оборудования для производства водорода. В рамках представленной работы производится разработка горелочного устройства для проведения процесса парокислородной конверсии природного газа. Для решения поставленных задач требуется разработка конструкции и ее численное моделирование с верификацией данных на основании реального эксперимента.

В работе предложена конструкция горелочного устройства для производства водорода парокислородной конверсией природного газа и проведено моделирование процесса горения. Верификации результатов проведена по результатам опытно-экспериментальных работ.

Разработанная модель может быть использована на начальных этапах НИОКР по разработке горелочных устройств для производства водорода из природного газа и работах, направленных на развитие и повышение эффективности способов производства водорода из природного газа.

Способ производства низкоуглеродного водорода и электрической энергии на нефтеперерабатывающем заводе

*М.А. Кислицын, Д.Д. Голдобин, С.Н. Петин
(НИУ «МЭИ», ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Повышение требований к качеству товарных нефтепродуктов стимулирует увеличение глубины переработки, т.е. увеличение доли гидрогенизационных процессов в структуре нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). Для осуществления процесса гидрогенизации требуется водород, циркулирующий в составе водородсодержащего газа (ВСГ), производство которого на НПЗ организовано каталитическим риформингом углеводородного сырья и паровой конверсией природного газа. При этом, как правило, большое количество ВСГ после процессов гидрогенизации, в составе которого может содержаться 75–90 об. % водорода, выбрасывается на свечу и полезно не используется, что негативно сказывается на эффективности всего НПЗ.

Утилизацию ВСГ с производством водорода возможно организовать путем внедрения технологических процессов водородной энергетики, развитие которой в РФ закреплено в государственных документах и стратегиях. Дополнительным положительным эффектом является возможность непосредственного использования водорода на НПЗ в качестве топлива (для генерации тепловой и электрической энергии на собственные нужды) и в качестве сырья путем подмешивания водорода в циркулирующий ВСГ.

Для решения поставленной проблемы в работе предлагается внедрить на НПЗ производство низкоуглеродного водорода конверсионным способом, сырьем для которого является ВСГ после процесса гидрогенизации, с утилизацией тепловой энергии на производство электрической энергии, которая может использоваться на собственные нужды или отпускать внешнему потребителю в сеть. Результаты работы показывают технико-экономическую эффективность предлагаемого решения, позволяют снизить выбросы диоксида углерода от собственной деятельности и организовать крупнотоннажное производство водорода и диоксида углерода для коммерческой реализации или на собственные нужды.

Оценка возможности применения гранулированного аэробного ила в очистке сточных вод с процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов

Д.И. Сакаян, Н.С. Хохлачев, О.П. Червякова,
К.С. Романовская (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),
М.А. Руслякова (РХТУ имени Д.И. Менделеева)

Для проведения оценки возможности использования гранулированного аэробного активного ила в очистке сточных вод с процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов был произведен метагеномный анализ сообщества с последующей биоинформатической обработкой полученных данных для выделения основных групп микроорганизмов, обеспечивающих очистку от основных биогенных элементов. В составе сообщества гранулированного аэробного активного ила были идентифицированы нитрификаторы 1-й фазы: *Nitrosospira*, *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*; нитрификаторы 2-й фазы: *Candidatus*, *Nitrotoga*, *Nitrospira*, *Nitrobacter* – выполняющие основную очистку от аммония и нитрит ионов, соответственно. *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Thiobacillus*, *Paracoccus* – основные представители бактерий, отвечающих за процессы денитрификации в аноксидных условиях. В сообществе широко представлены фосфат-аккумулирующие бактерии: *Microlunatus*, *Tetrasphaera*, *Thiothrix*, *Dechloromonas*. Род *Tetrasphaera* обладает способностью к накоплению полифосфатов в клетке с использованием целого спектра органических соединений, включая глюкозу и аминокислоты без образования ПГА. На основе полученных результатов можно сделать вывод о высоком потенциале сообщества в очистке сточных вод с процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов.

Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность

М.С. Марьин
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

В настоящее время регулирование систем теплоснабжения промбаз компрессорных станций (КС) осуществляется двумя способами:

– до точки «излома» температурного графика осуществляется местное количественное регулирование отпуска тепла в ИТП с поддержанием постоянной температуры сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети. В автоматизированных ИТП осуществляется автоматически, по заданным параметрам. В неавтоматизированных – вручную;

– после точки «излома» температурного графика регулирование происходит за счет изменения температуры сетевой воды в зависимости от температуры наружного воздуха, т.е. так называемое качественное регулирование.

Недостатки существующей схемы регулирования:

1. Неудобство местного регулирования неавтоматизированных ИТП для зданий КС.

2. Повышенные потери тепловой энергии в тепловых сетях, помещениях ИТП из-за циркуляции теплоносителя температурой не менее 70 °С.

3. Возможный перерасход топлива при несвоевременном ручном регулировании.

Для создания оптимальных параметров внутреннего воздуха в помещения зданий КС предлагается изменить способ регулирования систем теплоснабжения с качественно-количественного на качественный.

Кроме того, рассмотрены вопросы оптимальной загрузки котельных агрегатов для работы с наибольшей энергетической эффективностью.

СЕКЦИЯ № 8
«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В НЕФТЯНОЙ
И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Формирование метода оценки интеллектуального капитала предприятия нефтегазовой отрасли

К.О. Бячкова
(ООО «Газпром недра»)

В России внимание к интеллектуальному капиталу стало активно проявляться сравнительно недавно. В силу этого изучение проблем его развития имеет большое теоретическое и практическое значение, особенно для нефтегазовой отрасли из-за высоких техногенных рисков. За период исследований интеллектуального капитала его понятие и структура постоянно видоизменялись и наполнялись новыми составляющими. Учитывая отсутствие однозначного и общепринятого определения «интеллектуальный капитал», требуется его актуализация, учитывающая отраслевую специфику и стратегические цели развития предприятия нефтегазового комплекса.

На основе проведенного исследования целесообразно рассматривать структуру интеллектуального капитала из пяти компонентов, которая включает в себя человеческий капитал (компетенции персонала, квалификация, здоровье, образование, мотивация сотрудников), организационный капитал (ИТ-инфраструктуру, ИТ и ПО), структурный капитал (техническое регулирование деятельности предприятия, оргструктура, стандартизация бизнес-процессов), инновационный капитал (НИОКР, патенты, техпереворужение), клиентский капитал (деловая репутация предприятия, клиентская база).

При проведении теоретико-методического анализа действующих методик оценки интеллектуального капитала и их апробации сформированы противоречивые заключения по одному и тому же объекту исследования. Соответственно, актуален новый метод, новая формула расчета, введение интегрального показателя, позволяющего устанавливать влияние конкретных факторов на уровень интеллектуального капитала предприятия, проводить сравнительный анализ, учитывать взаимное влияние всех его компонентов на интегральное значение.

Разработка и применение новой методики оценки интеллектуального капитала на примере объекта исследования (ООО «Газпром недра») позволили определить его значение, установить уровень, выявить направления развития, разработать комплекс мероприятий для повышения интегрального показателя, методом экстраполяции данных спрогнозировать показатель с учетом внедрения предлагаемых мер, оценить их эффективность.

Экономическая эффективность цифровой трансформации газовой отрасли на примере дочернего общества ПАО «Газпром»

А.А. Тайлашев
(ООО «Газпром трансгаз Томск»)

Целью исследования является описание процесса цифровой трансформации бизнеса Группы Газпром, а также решение актуальной задачи оценки экономической эффективности инвестиций в проекты цифровизации. Актуальность исследования обусловлена действующей стратегией цифровой трансформации ПАО «Газпром» в условиях отсутствия утвержденной специализированной методики оценки экономической эффективности проектов цифровизации и внедрения информационно-управляющих систем.

В работе обоснована необходимость своевременного инвестирования в цифровизацию бизнеса и проблематика оценки эффективности этих инвестиций. Кратко рассмотрены основные тенденции цифровой трансформации Группы Газпром на верхнем и нижнем уровнях управления.

Научная новизна исследования заключается в разработке специализированной методики на базе существующих нормативных документов, с соблюдением возможности сопоставления инвестиций в проекты цифровизации с прочими инвестиционными проектами. Описаны принципы формирования исходных данных для расчетов эффективности и построения денежных потоков.

Результатом исследования является разработанная методика оценки экономической эффективности проектов цифровизации и внедрения информационно-управляющих систем для локального применения в дочернем обществе ПАО «Газпром». Обоснована эффективность и полезность результата исследования.

Идентификация стратегических рисков в компаниях нефтегазовой отрасли

*Ю.А. Тюлькина, А.Ю. Колесник
(ООО «НИИгазэкономика»)*

В настоящее время наблюдается тенденция к структурному изменению условий, в которых функционируют нефтегазовые компании. Глобальные вызовы, в том числе глобальные политические и экономические изменения, конкуренция со стороны возобновляемых источников энергии, цифровая трансформация, усиление влияния экологической повестки, изменение структуры газового рынка повышают уровень неопределенности и ставят под угрозу реализацию стратегии. Это повышает актуальность своевременной идентификации и оценки стратегических рисков как на стадии формирования стратегии, так и при ее реализации.

Авторами предложен методологический подход к идентификации стратегических рисков и их факторов на основе синтеза инструментов стратегического управления. В ходе ее апробации были выявлены факторы стратегических рисков, на основе анализа которых сформированы причинно-следственные цепочки «фактор – вызов – угроза – риск».

Рассмотренный методический подход к идентификации стратегических рисков может использоваться в рамках процесса стратегического управления. Результаты применения методического подхода могут использоваться для оценки стратегических рисков, формирования стратегии реагирования, а также разработки плана мероприятий по управлению стратегическими рисками в целях снижения их воздействия на деятельность нефтегазовой компании.

Применение непрерывной формы метода максимальной согласованности для поддержки принятия управленческих решений

Ю.А. Бычков
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В докладе рассматривается возможность применения непрерывной формы метода максимальной согласованности для построения регрессионных моделей сложных систем и процессов. На базе полученных моделей ответственное лицо может принять взвешенное и адекватное управленческое решение. Особый акцент сделан на математическом аппарате метода и его программной реализации. Также приведены примеры применения указанного метода для решения различных проблем.

Влияние цифровых технологий на процесс управления персоналом нефтегазовых компаний

К.М. Груздева

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Персонал рассматривается как ценнейший стратегический ресурс. В современную эпоху цифровая трансформация нашла отражение в изменении подходов к управлению персоналом.

Цифровая трансформация управления персоналом условно состоит из двух частей: внедрение цифровых решений в непосредственный производственный процесс таким образом, что изменяется функционал работников, и изменение подхода управления организационными процессами.

Необходимо заметить, что пандемия коронавируса и санкции, наложенные на нефтегазовые компании, усилили значимость цифровизации и автоматизации бизнес-процессов на основе отечественных разработок, что является естественным условием для достижения технологического суверенитета.

Для того чтобы персонал действительно был ценным ресурсом и соответствовал репутации компании, необходимо автоматизировать процесс найма, а также сопутствующее ему корпоративное обучение.

Внедрение цифровых решений в управление персоналом вертикально-интегрированных компаний с большим числом дочерних предприятий должно быть организовано по единым стандартам, чтобы избежать так называемой лоскутной автоматизации.

Отметим, что процесс цифровой трансформации требует поэтапного и осмысленного плана действий, постоянной корректировки и совместимости с целями и задачами компании.

Определение влияния рисков на экономическую эффективность разработки нефтегазового месторождения

*С.Г. Ахвердиева
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Проблемы технико-экономической оценки разработки месторождений становятся масштабнее с каждым годом. Эффективная эксплуатация месторождения становится невозможной без комплексного подхода к оценке выработки запасов и учета экономических рисков.

Для решения проблем выработки зачастую используются такие мероприятия, как: актуализация системы поддержания пластового давления (ППД), актуализация программы бурения. Формирование новых систем позволяет нормализовать энергетическое состояние пластов.

Специалистами были выделены несколько основных факторов, на которые стоит опираться при анализе рисков разработки. Они делятся на две группы – натуральные и стоимостные показатели. К натуральным показателям относят объем балансовых запасов, объем добываемых запасов, обеспеченность запасами. К стоимостным показателям относят стоимость активов, чистую прибыль, налоги и платежи, величину ущерба от потери нефти в недрах.

Для оценки эффективности рассматриваемых систем, с точки зрения натуральных показателей, выполняются расчеты на фильтрационных моделях. Данная методика подробно рассмотрена профессором Л.Н. Назаровой.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка нефтегазового месторождения невозможна без оценки экономических затрат и рисков. При выборе варианта разработки применяется только комплексный подход. Отечественные и зарубежные компании продолжают работу над усовершенствованием данных подходов.

Оценка экономической эффективности производства гелия с учетом модернизации мембранной установки

Л.А. Тарасюк

(Газпром ВНИИГАЗ Тюмень – филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В современном мире гелий получил широкое применение в различных отраслях, в том числе наукоемких (производство магнитных томографов, микроэлектроники, для охлаждения ядерных реакторов и т.д.).

Проведен анализ официальных источников статистических данных по количеству потребления гелия на мировом рынке, проведена оценка потребности рынка в гелии и возможности его сбыта. Анализ динамики потребления гелия на мировом рынке позволил выявить тренд на увеличение потребности в нем.

Однако, несмотря на широкий рынок сбыта, его производство может быть нерентабельно ввиду высокой себестоимости.

Одним из способов снизить себестоимость производства гелия является модернизация мембранных установок для выделения гелия, добываемого на гелийсодержащих месторождениях.

Проведен расчет технико-экономических показателей производства гелия по двум вариантам:

1. Производство гелия на мощностях, имеющихся на месторождении, без модернизации.
2. Модернизация мембранной установки.

На основании сравнительного анализа выявлена целесообразность модернизации мембранной установки и полученный технико-экономический эффект от мероприятия.

Анализ перспектив развития газовой отрасли в России

М.И. Намруев
(ООО «Газпром недра»)

В современных условиях функционирования мировой экономики российская газовая отрасль столкнулась с такими серьезными вызовами, как:

- сокращение экспортных поставок трубопроводного газа по основным европейским направлениям;
- введение запрета на импорт западных технологий. Данный запрет имеет значительное влияние на сферу крупнотоннажного производства сжиженного природного газа.

Стремительное изменение геополитической ситуации и взаимоотношений между крупнейшими игроками на мировом газовом рынке, требует корректировки краткосрочных и стратегических планов развития газовой отрасли нашей страны.

Целью данного доклада является оценка текущего положения России в мире как одного из крупнейших производителей газа, а также оценка наиболее вероятных направлений развития российской газовой отрасли до 2030 года с учетом введенных мировым сообществом ограничений.

Доклад подготовлен на основании проведенного автором анализа данных, опубликованных Правительством Российской Федерации, транснациональной нефтегазовой компанией British Petroleum и Международным энергетическим агентством по основным направлениям развития газовой отрасли России в новых условиях.

Совершенствование методических подходов по обоснованию экономической эффективности реконструкции и технического перевооружения объектов энергоснабжении, водо-, теплоснабжения

С.Н. Ковалёв
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Для промышленных предприятий топливно-энергетического комплекса перерыв в энергоснабжении, водо-, теплоснабжении может привести как к нарушению технологического процесса, так и к полной остановке производства. На основании ретроспективного анализа аварий и нарушений функционирования основных фондов выявлено подавляющее количество инцидентов по причине износа отдельных частей устройств. Это дает основание полагать, что с течением времени количество аварий и нарушений будет возрастать в связи с дальнейшим старением оборудования.

В рамках совершенствования методических подходов по обоснованию экономической эффективности реконструкции и технического перевооружения объектов энергоснабжении, водо-, теплоснабжения предложено использование распределения вероятности Вейбулла для расчета потенциального ущерба от реализации аварийных ситуаций на промышленных объектах, поскольку оно наиболее достоверно отражает ситуацию, когда поток отказов не постоянный, но изменяется с течением времени.

Применение при анализе и расчетах надежности функционирования объектов изделий закона распределения Вейбулла объясняется тем, что этот закон, обобщая экспоненциальное распределение, содержит дополнительный параметр формы кривой распределения (параметр α).

Задавая на основании фактических данных параметры α и λ , можно получить лучшее соответствие расчетных значений опытным данным по сравнению с экспоненциальным законом, который является однопараметрическим (параметр λ).

Интеллектуальное принятие решений в задачах управления на основе данных предприятиями нефтегазовой промышленности: теория и практика

*Р.М. Романов, А.И. Гусева
(НИЯУ «МИФИ»)*

Искусственный интеллект – научная область, результаты которой на сегодняшний день активно интегрируются в каждый аспект бизнеса современной технологической компаний, создавая значительный потенциал для инноваций и роста. В частности, использование алгоритмов, методов машинного обучения и нейросетей связано с составлением прогнозов и поиска закономерностей. Данный способ применения технологий становится традиционным для управленческого процесса и принятия решений руководителями, однако его реализация для решения сложных комплексных задач вызывает дополнительные проблемы. Это связано с тем, недостаточная прозрачность интеллектуального процесса построения прогноза вызывает недоверие у лиц, принимающих решение.

В данной работе автор рассматривает теоретические подходы к формированию модели причинно-следственных связей, основанной на различных методах машинного обучения. Разработанная математическая модель построения прогноза легла в основу разрабатываемой интеллектуальной системы поддержки принятия решений, предназначенной для анализа денежного потока газового бизнеса по виду деятельности «Добыча углеводородов». Источниками данных для этой системы являются бухгалтерские отчеты и открытые источники.

СЕКЦИЯ № 9
«ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Проблемы устранения нарушений в охранных зонах объектов магистральных газопроводов. Нормативно-правовой аспект

*Н.Н. Торопов
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)*

До 2019 г. для газотранспортных предприятий ПАО «Газпром» и Группы Компаний «Газпром» сложилась положительная практика по удовлетворению судами исков о сносе зданий, строений, сооружений, построенных в охранных зонах магистральных газопроводов (ОЗ МГ). Однако вступивший в силу Федеральный закон от 03.08.2018 № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс РФ и отдельные законодательные акты» внес существенные изменения в установление правового режима зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ), в том числе режима ОЗ МГ, что не могло не повлиять на уже сложившиеся правоотношения. Реализация обновленных положений законодательства, регламентирующих порядок установления, изменения и прекращения существования ЗОУИТ, а также устанавливающих пределы осуществления хозяйственной деятельности на указанных территориях, на сегодняшний день значительно затруднена отсутствием необходимых правовых основ (до сих пор Правительством РФ не утверждены положения о ЗОУИТ, не определены органы исполнительной власти, уполномоченные на установление ЗОУИТ), неоднозначным толкованием требований закона № 342-ФЗ, недостатком и противоречивостью правоприменительной практики и другими факторами.

Таким образом, в докладе обуславливается необходимость оптимизации законодательства, в том числе путем принятия положения об ОЗ МГ в соответствии со статьей 106 Земельного кодекса РФ. На исходном этапе, ввиду отсутствия положения о ЗОУИТ, рассматривается возможность доработки отдельных статей Федерального закона № 342-ФЗ, регулирующих возмещение убытков и действие закона во времени.

Цифровая трансформация в нефтегазовой отрасли: правовое регулирование

Д.С. Борисенко
(АО «Газпром газораспределение Орел»)

В Российской Федерации ведется активная деятельность по развитию и внедрению информационных технологий в различные отрасли, так развитие цифровой экономики выступает в качестве основного направления своей политики.

Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли привела к внедрению технологий искусственного интеллекта и интернета вещей в производство. Искусственный интеллект в настоящее время выступает в качестве важного технологического направления. Интернет вещей также играет не менее важную роль, формируя единое информационное пространство, в котором объединяются отдельные установки и целые производственные объекты: позволяющее осуществлять контроль за логистикой, перемещением грузов, состоянием технического оборудования, а также отслеживать потребление энергетических и иных ресурсов.

Нефтегазовые компании России в рамках цифровой трансформации нефтегазовой отрасли успешно реализуют множество цифровых проектов посредством внедрения цифровых технологий в производство.

Правовое регулирование цифровизации топливно-энергетического комплекса России представляет собой комплексный характер этого процесса, находящий отражение в правовых источниках различного уровня.

В результате анализа были выявлены законодательные пробелы в области правового регулирования технологий искусственного интеллекта: определения статуса искусственного интеллекта, ответственности за его использование, обеспечения информационной безопасности и др.

Правовое обеспечение размещения сточных вод при разведке и добыче углеводородного сырья

*Д.С. Ильясов, К.В. Гадеев
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

С 1 января 2022 г. изменениями в Законе РФ «О недрах» право «сброса сточных вод» в глубокие горизонты упразднено. Пользователи недр при разведке и добыче углеводородного сырья имеют право размещать в пластах горных пород попутные воды и воды, использованные для собственных производственных и технологических нужд. Законом не раскрывается содержание понятия «вод, использованных для собственных производственных и технологических нужд», в связи с чем имеется неопределенность, попадают ли в их перечень «сточные воды», образующиеся в результате жизнеобеспечения персонала, задействованного в выполнении работ на участке недр. В 2019–2022 гг. государственными органами озвучивалась позиция о том, что при размещении в подземные горизонты сточные воды квалифицируются как отходы.

Опыт совместной закачки пластовых, промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод на действующих полигонах дочерних обществ Группы Газпром насчитывает более 20 лет и подтверждает отнесение данной технологии к природоохранным мероприятиям. На полигонах Ямбургского и Заполярного месторождений ежегодно размещается порядка 380 тыс. м³ совместных вод, из них хозяйственно-бытовых – более 30 %. Изменение статуса вод сопряжено с увеличением негативного воздействия на окружающую среду, необходимостью изменения подходов к проектированию обустройства месторождений, удорожанием инвестиционных проектов, невозможностью расширения действующих полигонов закачки.

В докладе предлагаются изменения в Закон «О недрах», направленные на сохранение возможности пользователей недр, осуществляющих разведку и добычу углеводородного сырья, размещать в пластах горных пород воды, использование и образование которых обосновано проектной документацией на обустройство месторождения.

Страхование обеспечение прав предприятий нефтегазового комплекса в области использования автомобильного транспорта

Р.Г. Цыгановский
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)

Хозяйственная деятельность предприятий нефтегазового комплекса, будучи связанной с непрерывной эксплуатацией источников повышенной опасности различного рода, нуждается в полноценной страховой защите. В то же время, если значительная часть основных направлений производственной деятельности в настоящее время обеспечивается устойчивыми и эффективными страховыми механизмами, то один из ее аспектов – использование автомобильного транспорта – в силу изменчивости и неоднозначности правоприменительной практики стал наименее защищенным.

Сложившаяся к сегодняшнему дню практика возмещения вреда, причиненного в результате ДТП, допускающая возможность предъявления исковых требований к причинителю вреда до исчерпания лимита страхового возмещения, определенного страховой суммой, по нашему мнению, во многом направлена на лоббирование интересов страховщиков, в связи с чем явно не отвечает потребностям владельцев транспортных средств и нарушает провозглашенные законодателем принципы обязательного страхования (ОСАГО).

Единственным закономерным решением сложившейся проблемы видится комплексное концептуальное переустройство системы возмещения вреда на законодательном уровне, в связи с чем настоящий доклад предлагает практико-теоретический базис для совершенствования устоявшихся механизмов возмещения вреда с учетом гарантий, закрепленных страховым законодательством, а также базовых принципов распределения имущественной ответственности в деликатном праве.

Перспективы развития законодательства о трубопроводном транспорте в Российской Федерации

А.И. Процик

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

На сегодняшний день по трубопроводам транспортируется более 95 % нефти, весь природный газ, а также 50 % продукции нефтепереработки. Трудно преувеличить значимость этого вида транспорта, благодаря которому энергоресурсы поступают на важнейшие объекты промышленности и сельского хозяйства, расположенные на огромных просторах России. Более того, такая транспортировка играет большую роль во внешней торговле РФ и характеризуется высокими темпами развития. Российские трубопроводы сегодня снабжают нефтью и газом ряд государств Юго-Восточной Азии, Турцию и многие другие страны. Надежная работа магистрального трубопроводного транспорта способствует обеспечению энергетической безопасности и независимости нашего государства.

Являясь лидером на мировом рынке энергетики, мы остаемся одной из немногих стран евразийского пространства, в которой нет единого, консолидированного нормативно-правового акта, устанавливающего правила эксплуатации трубопроводного транспорта. Складывающиеся тенденции государственного регулирования отношений, в том числе в сфере транспортировки энергоносителей, коренных преобразований контрольно-надзорной функции государства, а также перспективы внедрения информационных технологий в процессы транспортировки полезных ископаемых заставляют задуматься о принятии консолидированного нормативно-правового акта, который приведет к решению конкретных задач, стоящих перед нашим государством в нефтегазовой отрасли.

Сравнительный анализ методик расчета минимального (стартового) размера разового платежа за пользование недрами, действующих в 2021 и 2022 годах

*К.В. Жукова, О.А. Королева, И.С. Васин, Н.С. Кураева
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Пересмотр методики 2021 г. обусловлен отсутствием уникальных месторождений с объемом запасов газа свыше 500 млрд м³ и, как следствие, представлением на аукцион на право пользования участками недр месторождений с меньшими запасами. Методика расчета минимального размера разового платежа за пользование недрами 2022 г. принята с новыми диапазонами показателей, учитывающими количество запасов углеводородов (газа, нефти и конденсата) месторождения, которые влияют на результат разового платежа.

Сравнительный анализ методик 2021 и 2022 гг. позволил выявить основные отличия, оказывающие влияние на величину разового платежа. Сопоставление методик выполнено в несколько этапов: на примере двух газовых и одного нефтяного месторождения, на месторождениях, расположенных в разных регионах РФ, и на месторождениях с различными объемами запасов углеводородов.

С целью повышения привлекательности покупки лицензии за пользование недрами, расположенными в регионах, удаленных от магистральных трубопроводов, железнодорожных путей, и иных видов транспорта и коммуникаций, источников электроэнергии, в методике 2022 г. снижен коэффициент инфраструктуры.

Изменение диапазона коэффициента размера в методике 2022 г. приводит к увеличению размера разового платежа за пользование участками недр.

Хищения из трубопровода: особенности правоприменения

*В.Ю. Власова, П.С. Норкина
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Рассматривается вопрос правоприменения при хищениях из трубопровода путем осуществления несанкционированных врезок, а также судебная практика по данному вопросу.

Хищение нефти, осуществляемое путем врезок в трубопроводы, представляет собой угрозу национальной безопасности РФ.

Проанализированная судебная практика позволяет выделить три основных пути квалификации хищения нефти из трубопровода путем несанкционированной врезки – только по статье 158 УК РФ, только по статье 2153 УК РФ либо по совокупности данных статей.

В связи с такой разнообразной правоприменительной практикой необходимо установление единого подхода к квалификации хищения нефти, иначе может происходить назначение двойной уголовной ответственности за одно и то же деяние, что противоречит принципам назначения уголовного наказания. Решением проблемы может стать внесение изменений в статью 2153 УК РФ и соответствующее постановление Пленума Верховного Суда РФ от 27.12.2002 № 29 «О судебной практике по делам о краже, грабеже и разбое». Также предлагается в целях избежания противоречий в правоприменении статьи 2153 УК РФ убрать из части 3 данной статьи квалифицирующий признак совершения деяний из корыстных побуждений.

Ускоренная амортизации через призму судебных актов

М.Ю. Лёхин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В действующем налоговом законодательстве Российской Федерации отсутствует буквальная трактовка, разъяснения о понятии «агрессивная среда», используемое при применении повышающего коэффициента амортизации основных средств, при этом часть «критериев» применения данной нормы либо не являются актуальными, либо неравноправны для юридических лиц. С целью полного раскрытия рассматриваемой проблематики проведен анализ нормативно-правовых актов и судебных решений, выполнены запросы в министерства и ведомства, на основании которых сделаны выводы и предложены решения выхода из сложившейся ситуации.

Результатом проведенной работы являются:

- получение более 20 писем с разъяснениями от государственных органов, напрямую или косвенно связанных с реализацией налогоплательщиками пп. 1 п. 1 ст. 259.3 НК РФ, в соответствии с выполненными запросами;
- реестр доводов и доказательств, позволяющих налогоплательщику применять повышающий коэффициент амортизации для основных средств, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды;
- условная правовая оценка писем, находящихся в общем доступе, от государственных органов, связанных с вопросами налогообложения по вопросу реализации пп. 1 п. 1 ст. 259.3 НК РФ;
- условная правовая оценка конституционности пп. 1 п. 1 ст. 259.3 НК РФ.

Проблема соотношения частноправовых и публично-правовых интересов при рассмотрении дел о сносе объектов в зоне минимальных расстояний до магистрального газопровода

А.А. Степанов
(ООО «Газпром трансгаз Казань»)

Научная новизна настоящей статьи заключается в проведении анализа актуальной в настоящее время проблематики соотношения публично-правового и частноправовых начал в вопросе о сносе объекта в зоне минимальных расстояний от магистрального газопровода в связи с позицией Конституционного суда РФ от 11.11.2021 № 48-П (в части наличия противоречий и коллизий рассматриваемых правоотношений).

Позиция Конституционного суда РФ создала абсолютно новый прецедент для организаций Группы Газпром, которые проводили судебно-исковую работу по сносу объектов, а именно установлена обязанность суда одновременно с рассмотрением вопроса о сносе объекта рассмотреть вопрос о возмещении собственнику постройки причиненных убытков.

Создав данный прецедент, но не имея соответствующих изменений в действующем процессуальном законодательстве, произошла правовая коллизия, которая выражается в том, что истцы поставлены в зависимость от заявляемых требований со стороны ответчика о возмещении убытков, в противном случае рассматривать требования об устранении нарушений прав нельзя.

Данный подход о возмещении убытков, безусловно, направлен на поддержание баланса публичных и частных интересов, однако данный баланс невозможно достичь без внесения соответствующих изменений в процессуальное законодательство либо предоставления возможности рассматривать требование о сносе и требование о возмещении убытков в разных судебных процессах.

СЕКЦИЯ № 10
«МАРКЕТИНГ, PR И МАССОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ»

Как повысить уровень лояльности клиентов АЗС? Современные инструменты и подходы

А.А. Ковалева
(ООО «Газпром ГНП холдинг»)

1. Общая информация о сети АЗС «Газпром». География работы, объемы реализации, фирменный стиль, целевая аудитория.
2. Роль программ лояльности для клиентов в увеличении объемов реализации.
3. Анализ конкурентов. Программы лояльности для клиентов крупных игроков рынка: АЗС «Газпромнефть»; АЗС «Татнефть»; АЗС «ЛУКОЙЛ», АЗС «Роснефть», АЗС «Teboil».
4. Существующие программы лояльности для клиентов АЗС: прямые скидки; баллы за покупку; подарок за покупку; многоуровневая система бонусов; промоакции; создание сообществ в социальных сетях.
5. Методы повышения эффективности программ лояльности сети АЗС «Газпром». Плюсы и минусы накопительной системы. Возможности улучшения клиентского сервиса.
6. Интегрированные коммуникации в on-line и off-line форматах. Единое дизайнерское решение в позиционировании бренда как важная составляющая взаимодействия с клиентами.
7. Выводы и рекомендации.

Разработка подхода к визуальному оформлению для установления диалога с целевой аудиторией на сайте компании и подходы

С.А. Логвинова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В современном мире любой компании необходим представительский ресурс в Интернете. Сайт – не только один из инструментов продвижения услуг компаний, но и площадка для диалога с потенциальной целевой аудиторией. Индивидуальный подход к его визуальному оформлению – залог успешного взаимодействия с целевой аудиторией и ее мотивации к приобретению товаров и услуг компании.

Первичная и основная часть взаимодействия целевой аудитории с компанией происходит именно на сайте, где представлена информация, которая может заинтересовать потенциального заказчика, ответит на базовые вопросы, подвигнет к приобретению товаров или услуг. Чтобы знакомство посетителей с информацией протекало нужным образом, необходимо обеспечить ее комфортное и эффективное восприятие.

Грамотная работа с визуальными составляющими облегчает взаимодействие пользователя с веб-страницей, а значит, положительно влияет на конверсию и поведенческие факторы. Интернет стал неотделимой частью нашей жизни, что привело к формированию новых способов и форматов коммуникации.

Используя визуальное оформление для создания диалоговой площадки, необходимо четко представлять, для чего это делается, кто целевая аудитория сайта, в чем ее специфика, каковы задачи компании, мотивация заказчика. Сайты перестали быть исключительно визитками и хранилищем информации – теперь это площадки с функциями выставки, где заказчик является куратором, посетители – зрителями, а те, кто непосредственно работают с оформлением сайта, – художники. Учитывая это, можно полностью отказаться от стандартизации и перейти к творческому подходу к оформлению площадки.

Оценка влияния технологических факторов на перспективы спроса на газ в странах Европейского Союза и Китайской Народной Республике до 2030 и 2040 годов

А.С. Пузанов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В докладе проведен анализ утвержденных и анонсированных в странах ЕС и КНР на государственном и (или) наднациональном уровне политик, планов, программ и инициатив в сфере энергетики и экологического регулирования, которые оказывают существенное влияние на перспективы использования природного газа.

Также выполнен анализ современного состояния и основных тенденций развития новых технологий в области производства, транспортировки, хранения, преобразования и использования различных видов энергии, помимо этого проведен анализ экономических и регуляторных факторов, влияющих на темпы и возможность внедрения новых энергетических технологий в странах ЕС и КНР.

На основании анализа в докладе раскрывается количественная оценка потенциального влияния развития технологий на перспективы спроса на газ в странах ЕС и КНР с учетом доступности, уровня проработки и экономической конкурентоспособности новых технологий.

Исследование и пути повышения мотивационной ориентации молодых специалистов Общества

Н.В. Волынчик
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)

На сегодняшний день человеческие ресурсы являются одним из основных конкурентных преимуществ Общества. Включение в общую систему управления персоналом организации системы работы с молодыми специалистами экономически обосновано и продиктовано наличием угроз для процесса эффективного формирования человеческого капитала.

Актуальность проблемы исследования обусловлена непосредственной заинтересованностью Обществом в повышении производительности труда молодых специалистов.

Мотивации молодых специалистов необходимо уделять больше внимания, так как молодой специалист является тем человеческим капиталом, вложение в которое сейчас даст прибыль завтра.

Сущность мотивации заключается в том, чтобы персонал фирмы выполнял работу в соответствии с делегированными ему правами и обязанностями, сообразуясь с принятыми управленческими решениями.

Готовность к профессиональной деятельности подразумевает образование таких отношений, свойств и качеств личности, а также установок, которые позволят будущему субъекту производственной деятельности возможность сознательно, ответственно, творчески приступить и выполнить свои должностные обязанности.

По результатам исследования было выявлено, что преобладающей стратегией поведения в конфликтной ситуации в коллективе является избегание и что большинству членов коллектива свойствен высокий уровень потребности в одобрении. По итогам экспериментального исследования можно сказать, что высокая потребность в одобрении у членов данного коллектива ведет к формированию у них избежательной тактики поведения в конфликтной ситуации, что в свою очередь ведет к накоплению негативных эмоций, взаимных негативных оценок, неспособности отстоять свое мнение, что отражается на социально-психологическом климате коллектива. Таким образом, подтверждается, что мотивация в коллективе – это основной фактор, который дает стимул сотрудникам для профессиональной трудовой деятельности.

Проведя анализ полученных результатов, можно сформировать векторы работы, нацеленной на повышение уровня мотивации у молодых сотрудников Общества, основанной на принципах:

- 1) соотношение целей и заработной платы;
- 2) нацеленность на развитие;
- 3) отсутствие начальника/босса;
- 4) концентрация на сильных сторонах.

Итак, сотрудники являются главным ресурсом Общества. Эффективность их работы определяет результат деятельности организации. Достичь наибольшей отдачи можно только в том случае, если выгоду от труда работника имеет и компания, и он сам. Поэтому для достижения наилучших результатов работы компании необходимо найти те мотивы, которые движут каждым сотрудником в его трудовой деятельности, и создать ему такие условия, чтобы он мог и хотел выполнить поставленные перед ним задачи.

Текущее состояние и планы по развитию МТСПГ РФ

А.А. Курчиев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В докладе рассмотрено текущее состояние развития комплексов малотоннажного СПГ (МТСПГ) в Российской Федерации.

СПГ-отрасль России в последние годы стала самостоятельной и важной частью газовой отрасли.

За 2021 г. малотоннажный сегмент российской СПГ-отрасли впервые получил численные показатели развития, были определены ключевые направления развития отрасли и снятия административных барьеров, позволяющих снизить капитальные вложения в объекты МТСПГ.

Мощности малотоннажных производств СПГ в России стабильно растут, и имеющиеся планы по использованию СПГ в качестве газомоторного топлива и для автономной газификации позволяют России стать одним из мировых лидеров по развитию сектора малотоннажного СПГ.

Общее количество проектов в активной стадии увеличилось до 25 единиц (14 единиц в 2021 г.), а их установленная мощность достигла 561 тыс. т (рост с 311 тыс. т в 2021 г.).

Общее заявленное количество СПГ-проектов в 2022 г. снизилось до 42 единиц (48 проектов в 2021 г.), но при этом их установленная мощность увеличилась до 1751 тыс. т (1460 тыс. т). Рост заявленной мощности произошел за счет роста единичной мощности.

В плане развития рынка МТСПГ в Российской Федерации на период до 2025 г. определен тренд по величине установленной мощности заводов СПГ, которая к 2025 г. должна достичь 83 т/ч или почти 700 тыс. т в год. Однако фактические показатели в 2021 г. по действующим и активным проектам отставали с дефицитом в 60 тыс. т к 2025 г.

Настольная игра «Компрессорные станции» как способ вовлечения работников в систему охраны труда

*С.В. Никитин
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)*

Геймификация – это внедрение игровых элементов (форм) в неигровой контекст: работу и повседневную жизнь. Привнесение игрового формата ускоряет процессы обучения, повышает эффективность и мотивацию сотрудников. Инструментами вовлечения могут стать уровни, которые необходимо преодолеть, вознаграждения и рейтинг.

В настольной игре «Компрессорные станции» предстоит построить Филиал, состоящий из зданий и сооружений. Для строительства следует обращаться к тем или иным персонажам, способным как помочь развитию Филиала, так и навредить объектам оппонентов. В процессе игры для достижения результата необходимо проходить небольшую проверку знаний по охране труда для постройки любого объекта.

Вопросы и ответы через игру лучше запоминаются и в дальнейшем дольше остаются в памяти игроков/сотрудников.

Игра имеет гибкую структуру. Вопросы в карточках, персонажи, а также объекты компрессорных станций могут быть скорректированы. Возможно добавление описания объектов для изучения инфраструктуры предприятия людьми любых возрастов и профессий.

СЕКЦИЯ № 11
«KNOWLEDGE AND EXPERIENCE
FOR OIL AND GAS INDUSTRY»

Ontological data models as a method of data management in oil and gas industry

K.S. Egorova
(Gazprom Nedra LLC)

This Thesis is meant to describe and address the distinction between ontological data modeling and traditional E&R model. Ontological modelling is described as a method of creating unified data storage which helps in lowering transactional costs and decreases estimated time that users spend on searching information in different informational systems (data sources). This Thesis also addresses some possible positive effects of such data storage on overall data quality. The benefits of ontological model are described in regards to oil and gas industry.

Economic efficiency of digital transformation in the gas industry on the example of PJSC Gazprom's subsidiary company

*A.A. Taylashev
(Gazprom transgaz Tomsk LLC)*

The aim of the study is to describe the process of digital transformation of Gazprom's business and solve the practical problem of assessing the economic efficiency of its investments in digitalization projects. The relevance of the study is about the current strategy of PJSC Gazprom digital transformation in the absence of an approved specialized methodology for assessing the economic efficiency of digitalization projects.

The author justifies the need for timely investments in the digitalization of business and the problems of evaluating its effectiveness. The main trends in the digital transformation of Gazprom at the upper and lower levels of management are briefly considered.

The scientific novelty of the research lies in the development of a specialized methodology based on the existing regulatory documents, observing the condition for the possibility of comparing investments in digitalization projects with other investment projects. The basic principles of generating initial data for efficiency calculations and building cash flows are described.

The result of the study is the developed methodology for assessing the economic efficiency of digitalization projects and the implementation of information management systems for local use in a subsidiary of PJSC Gazprom. The effectiveness and usefulness of the research result has been justified.

Development of technical proposals for the transportation of natural gas at gas distribution stations with a speed regime of more than 25 m/s

*P.A. Kuzbozhev
(Gazprom VNIIGAZ LLC branch in Ukhta)*

The operation of gas distribution stations (GDS) in the mode of excessive productivity, which is a consequence of an increase in the volume of natural gas consumed, as well as a sharp seasonal unevenness of its consumption, which is determined by significant annual temperature differences, leads to a change in the parameters of the transported gas flow, including its speed, normalized by STO Gazprom 2-3.5-051-2006 «Norms of technological design of main pipelines gas pipelines», not more than 25 m/s. These factors can lead to an increase in dynamic vibration loads on the technological strapping of the GDS, as well as a change in the noise level, which in turn complicates the maintenance of reliable and safe operation of the facility.

Various designs of pressure regulating valves are known, which are designed to reduce pressure to values determined by the requirements of its safe consumption. One of the disadvantages is the formation of areas of turbulence in the inner part of the pressure regulator valve, which has a complex geometric shape. The areas of turbulence increase with an increase in the performance of the GDS. The paper presents results of modeling the transportation of natural gas flow at the reduction unit, in particular at the pressure regulator valve. Variants of solving the problem of gas transportation with a speed regime of more than 25 m/s are proposed, including a new design of the pressure regulator valve.

Quantitative risk assessment for pipeline integrity management

*O.A. Kurasov
(Tomsk Polytechnic University)*

Quantitative Risk Assessment (QRA) is a crucial tool for Pipeline Integrity Management. In order to ensure the safe and reliable operation of pipelines, it is important to understand the types and likelihoods of potential risks to pipeline infrastructure. QRA provides a methodical process for identifying and assessing risk associated with pipeline failures, leaks or other damages.

The aim of this thesis is to explore the application and effectiveness of QRA in Pipeline Integrity Management. The study will review the current state-of-the-art methods for conducting QRA, including data collection, modeling, analysis, and risk mitigation strategies. It will also examine the limitations and challenges associated with QRA, such as uncertainty and data quality issues.

The research will be based on case studies and real-world examples of pipelines, including natural gas, petroleum, and chemical pipelines. The study will assess the effectiveness of QRA in identifying and minimizing risks, as well as evaluating the cost-benefit analysis of QRA implementation.

Overall, the goal of this thesis is to provide insight into the importance of QRA in Pipeline Integrity Management, and to recommend best practices for implementing QRA in pipeline operations.

The market of carbon units as a tool for the development of innovative energy-saving technologies

K.A. Lewina

(Financial University under the Government of the Russian Federation)

Ensuring environmental safety is the basis for the transition of the economies to a low-carbon and energy-efficient way of development. So far, countries' leaders have been creating institutions to support the achievement of a zero carbon balance and more and more companies have been directing their financial flows to «green» programs, including greenhouse gas reduction, processing of polymer waste and the use of biofuels.

Within the framework of such programs, the demand for environmentally friendly goods is being met, carbon landfills and renewable energy facilities are being built and the best available technologies are being introduced, including for hydrogen energy – one of the key areas for the implementation of national low-carbon development strategies.

To create these technologies, companies need financing. Carbon, turning into a financial commodity and an object of purchase and sale, expands the possibilities of monetization of climate projects. By becoming a participant in the carbon market, companies receive additional profits through the production and sale of carbon units.

As a result, an effective carbon regulation tool is being formed that ensures investments in innovative domestic climate-neutral technologies.

Prospects of utilizing subsea production systems on the shelf of the Russian Federation

*A. Yu. Makhoshvili
(Gazprom invest LLC)*

The development of the oil and gas sector in the Russian Federation is inseparably linked to the development of fields on the Arctic shelf. However, most of the explored and proven fields are located in very harsh climatic conditions, which impose several technical problems, examples of which do not exist in world practice. In addition, to the direct impact of natural factors on the technological development process, some more subtle ones are associated with the huge capital costs of industrial realization.

In order to solve it, the oil and gas industry has set out to develop a technology that is suitable for the development of Arctic resources and that can demonstrate excellent technical and economic performance at the same time. Subsea production systems (SPS) have become such a technology.

Today, subsea production equipment is produced by a limited number of companies worldwide. As a result, Russia needs significant capital investment to create competitive import-substituting equipment. In the context of complex geopolitical processes, Russian production has found itself in a technical predicament. Therefore, mastering the production of innovative equipment by domestic enterprises will allow Russia to make a breakthrough and claim its niche in this global market segment.

In June 2017, at the St. Petersburg International Economic Forum, Gazprom PJSC and the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation signed an agreement «On cooperation in creating domestic SPS». This cooperation resulted in the organization of a series of research and development activities aimed at creating key types of SPS equipment.

The history of Russian SPS equipment is relatively young yet Russian companies have demonstrated their capabilities in developing technology and equipment for offshore fields. Gazprom PJSC is considering using Almaz-Antey JSC equipment at the Yuzhno-Kirinskoye field, making it the first offshore field to use domestic SPS. Successful testing of the domestic equipment will enable it to be used in other fields that are planned to be developed using subsea facilities. In the near term, it will be possible to create a new industry in Russia that will produce and maintain SPS equipment, where international cooperation will be minimal to avoid already known and potential sanctions risks. It is necessary to build a chain of domestic suppliers as soon as possible and establish design and mass production in Russia of the entire range of SPS equipment.

Equipment manufacturers should be primarily motivated by providing domestic offshore projects with the necessary equipment to create a new industry that will be completely independent from foreign technology in the future.

Import substitution of a foreign software for oil and gas industry – new opportunities and/or complex challenges for the formation of consolidated financial statements

*Ev.V. Ermolov
(Gazprom inform LLC)*

The significance of the topic of this study is conditioned by the practical challenges faced by large companies in the oil and gas industry when moving away from very well used solutions in the field of consolidation of financial statements produced by SAP.

The Ministry of Digital Development, Communications and Mass Communications of Russia have indicated the ready-made solutions at the digital register, thus the list of products for the possible replacement of foreign financial reporting consolidation systems have analyzed from this web-source.

The object of the study is a domestic analogue of the SAP financial reporting consolidation system, which might be possible for implementation in the oil and gas sector.

The subject of the study is the emerging challenges of import substitution of the SAP financial reporting consolidation system for the Russian counterpart, as well as the positive opportunities of the upcoming replacement.

There is not a finalized Russian development of software in order to replace the SAP financial reporting consolidation system completely, is there?

The purpose of the study is the light of possible challenges that companies have faced or may have to face by switching from a foreign consolidated financial reporting system to a Russian equivalent.

There is the empirical method of research has been used at this study.

This piece of work may be useful to current practitioners who are working with foreign financial reporting consolidation systems as well as who are considering analogues to replace these systems to the local Russian ones.

To sum up, unfortunately, there is no a batch solution to substitute system of consolidation of financial statements at present time, especially at a short time. Highly likely, the process of import substitution of the SAP financial reporting consolidation system will be long-term process, with own specific developments for collecting, analyzing and presenting information.

XI Молодежная международная
научно-практическая конференция

**Новые технологии в газовой отрасли:
опыт и преемственность**

Корректор	М.В. Бурова
Верстка	Н.А. Владимиров
Обложка	И.Ю. Белов

Подписано к печати 24.04.2023 г.
Тираж 10 экз. Ф-т 60×84/16
Объем: 10,46 усл. печ. л.